



0. ÍNDEX GENERAL





ÍNDEX GENERAL

VOLUM I: ÍNDEX GENERAL, MEMÒRIA I ANNEXES

0. ÍNDEX GENERAL **I**

Índex general..... III

Índex de taules IX

Índex de figures.....XIV

1. MEMÒRIA **1**

Full d'identificació.....3

Índex de la memòria5

1.0. INTRODUCCIÓ.....7

1.0.1. L'ENERGIA. CONCEPTE I TIPOLOGIES7

1.0.2. LES ENERGIES RENOVABLES8

1.0.3. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES ENERGIES RENOVABLES ...9

1.0.4. EL SOL..... 10

1.0.5. L'ENERGIA SOLAR 12

1.0.6. SITUACIÓ ENERGÈTICA ACTUAL 14

1.0.7. LA CASA PREFABRICADA..... 17

1.1. OBJECTE 19

1.2. ABAST.....20

1.3. ANTECEDENTS 21

1.4. NORMES I REFERÈNCIES.....22

1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES 22

1.4.2. BIBLIOGRAFIA 23

1.4.3. ALTRES REFERÈNCIES..... 23

1.4.4. PROGRAMES DE CÀLCUL 24

1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS.....25

1.5.1. DEFINICIONS 25

1.5.2. ABREVIACIONS 34



1.6. REQUISITS DE DISSENY	35
1.6.1. REQUISITS GENERALS DEL PROJECTE	35
1.6.2. DESCRIPCIÓ ARQUITECTÒNICA DE L'HABITATGE	36
1.6.3. CÀRREGUES TÈRMiques DE L'HABITATGE	46
1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS	48
1.7.1. CAPTADORS SOLARS	48
1.7.2. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR	52
1.7.3. CONNEXIÓ DELS CAPTADORS	52
1.7.4. SELECCIÓ DEL TIPUS DE CONNEXIÓ DELS CAPTADORS	54
1.7.5. TIPUS D'ACUMULADORS	54
1.7.6. TIPUS D'INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA	58
1.7.7. SELECCIÓ DELS ACUMULADORS	61
1.7.8. VASOS D'EXPANSIÓ	62
1.7.9. SELECCIÓ DEL VAS D'EXPANSIÓ	63
1.7.10. TIPUS DE CIRCULADORS	63
1.7.11. SELECCIÓ DEL CIRCULADOR	64
1.7.12. FLUID CALOPORTADOR	65
1.7.13. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR	67
1.7.14. SISTEMA DE CALEFACCIÓ	67
1.7.15. SELECCIÓ DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓ	76
1.8. RESULTATS FINALS	77
1.8.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	77
1.9. PLANIFICACIÓ	99
1.9.1. TASQUES REALITZADES	99
1.9.2. DIAGRAMA DE GANTT	101
1.10. CONCLUSIONS	102
1.11. AGRAÏMENTS	130
 2. ANNEXES	 105
Índex dels annexes	107
2.1. CÀLCULS	109



2.1.1. CÀLCUL DE LES CÀRREGUES TÈRMQUES	109
2.1.2. CÀLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ I ACS	165
2.1.3. CÀLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT	173
2.1.4. JUSTIFICACIÓ DE LA ORIENTACIÓ I LA INCLINACIÓ DELS CAPTADORS SOLARS	189
2.1.5. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR	191
2.1.6. CABAL DEL CIRCUIT PRIMARI	193
2.1.7. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR	194
2.1.8. RENDIMENT DEL CAPTADOR SOLAR	199
2.1.9. FACTOR CAPTADOR-BESCANVIADOR	200
2.1.10. ÀREA DE CAPTACIÓ NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ	201
2.1.11. ÀREA DE CAPTACIÓ NECESSÀRIA PER ACS	215
2.1.12. DISTRIBUCIÓ DELS CAPTADORS SOLARS	218
2.1.13. CÀLCUL DE LA RESISTÈNCIA ESTRUCTURAL DEL SOSTRE DE L'HABITATGE	223
2.1.14. VOLUM DEL DIPÒSIT ACUMULADOR	225
2.1.15. CÀLCUL DEL VOLUM DEL DIPÒSIT D'INÈRCIA	226
2.1.16. CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DE LA CALDERA	227
2.1.17. PÈRDUES DE CÀRREGA EN ELS CAPTADORS	228
2.1.18. DIMENSIONAMENT DE LES CANONADES	229
2.1.19. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA	232
2.1.20. SELECCIÓ DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ	240
2.1.21. CÀLCUL DEL VAS D'EXPANSIÓ	241
2.1.22. CÀLCUL DE L'AÏLLAMENT DE LES CANONADES	245
2.1.23. DIMENSIONAMENT DE L'AÏLLAMENT DE LES CANONADES	247
2.1.24. CÀLCUL DE L'ESTALVI D'EMISSIONS DE CO ₂	248
2.1.25. ESTUDI VIABILITAT ECONÒMICA. PERÍODE DE RETORN DEL CAPITAL INVERTIT	249
2.2. CATÀLEGS	255
2.3. TAULES I DIAGRAMES	256
2.3.1. INFORMACIÓ DE LA CIUTAT DE LLEIDA	256



2.3.2.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE CàRREGUES TÈRMiques	257
2.3.3.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA DE CALEFACCIÓ I ACS	258
2.3.4.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT	258
2.3.5.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR	258
2.3.6.INFORMACIÓ UTILITZADA EN LA SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR.....	260
2.3.7.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA	263

VOLUM II: PLÀNOLS, PLEC DE CONDICIONS, ESTAT D'AMIDAMENTS I PRESSUPOST

3. PLÀNOLS	265
Índex de plànols	267
Plànol nº 1. VISTA TEULADA	269
Plànol nº 2. FAÇANES EST - SUD	271
Plànol nº 3. FAÇANES OEST - NORD	273
Plànol nº 4. PLANTA BAIXA: DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ, SUPERFÍCIES	275
Plànol nº 5. PLANTA PRIMERA: DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ, SUPERFÍCIES	277
Plànol nº 6. SECCIÓ VERTICAL	279
Plànol nº 7. PLANTA BAIXA I INSTAL·LACIÓ	281
Plànol nº 8. PLANTA PRIMERA I INSTAL·LACIÓ	283
Plànol nº 9. TEULADA: INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	285
Plànol nº 10. FAÇANA OEST: INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	287
Plànol nº 11. INSTAL·LACIONS I ACOTACIÓ SALA MÀQUINES	289



Plànol nº 12. DIAGRAMA SALA MÀQUINES	291
Plànol nº 13. ESTRUCTURA DE TANCAMENT	293
Plànol nº 14. DIAGRAMA PRINCIPI.....	295
Plànol nº 15. DIAGRAMA ENGINYERIA.....	297
Plànol nº 16. CAPTADOR SOLAR	299
 4. PLEC DE CONDICIONS	 301
Índex del plec de condicions	303
4.1. NORMATIVA.....	305
4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA	306
4.2.1.MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA	306
4.2.2.MANTENIMENT DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ	316
4.2.3.MANTENIMENT DELS DIPÒSITS	317
4.2.4.MANTENIMENT DEL VAS D'EXPANSIÓ.....	318
4.2.5.MANTENIMENT DE LES CANONADES	318
4.2.6.MANTENIMENT DE LES VÀLVULES	322
4.2.7.MANTENIMENT DE LA CALDERA.....	323
4.2.8.PROTECCIÓ CONTRA EL GEL I LA FALTA DE CIRCULACIÓ D'AIGUA.....	324
4.2.9.REGULACIÓ I CONTROL.....	325
4.3. FULLS D'ESPECIFICACIONS	327
 5. ESTAT D'AMIDAMENTS	 359
Índex de l'estat d'amidaments	361
5.1. RELACIÓ DE PARTIDES.....	363
5.2. ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES.....	364
5.2.1.PARTIDA 1: INSTAL·LACIÓ SOLAR	365
5.2.2.PARTIDA 2: ACS	366
5.2.3.PARTIDA 3: CALEFACCIÓ.....	367
5.2.4.PARTIDA 4: CALDERA GAS	368
5.2.5.PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	369



6. PRESSUPOST	371
Índex del pressupost	373
6.1. PREUS UNITARIS	375
6.1.1.PREUS UNITARIS PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR	375
6.1.2.PREUS UNITARIS PARTIDA 2: ACS	377
6.1.3.PREUS UNITARIS PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	378
6.1.4.PREUS UNITARIS PARTIDA 4: CALDERA GAS	379
6.1.5.PREUS UNITARIS PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	380
6.2. PRESSUPOST PER PARTIDES	381
6.2.1.PRESSUPOST PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR	381
6.2.2.PRESSUPOST PARTIDA 2: ACS	383
6.2.3.PRESSUPOST PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	384
6.2.4.PRESSUPOST PARTIDA 4: CALDERA GAS	385
6.2.5.PRESSUPOST PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	386
6.3. PRESSUPOST GENERAL	387
6.4. SUBVENCIONS	388
6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA	389



ÍNDEX DE TAULES

• *Taules de la memòria*

Taula 1.1. Avantatges i inconvenients d'energies renovables envers convencionals	9
Taula 1.2. Temps previst d'esgotament d'alguns combustibles.....	14
Taula 1.3. Quadre de superfícies de la casa.....	37
Taula 1.4. Resum de superfícies de cada estança de la casa	39
Taula 1.5. Resum de càrregues tèrmiques per cada dependència.....	47
Taula 1.6. Energia total de calefacció i ACS.....	47
Taula 1.7. Condicions interiors de disseny de temperatura i humitat relativa.....	70
Taula 1.8. Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació.....	80
Taula 1.9. Característiques del captador TAKAMA T2-INOX	81
Taula 1.10. Rendiment del captador en els mesos de l'any.....	82
Taula 1.11. Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit primari	83
Taula 1.12. Coquilles que s'instal·laran en cada tram de la instal·lació.....	84
Taula 1.13. Característiques grup hidràulic Roca	85
Taula 1.14. Nomenclatura dels elements que intervenen en la instal·lació d'ACS.....	93
Taula 1.15. Característiques tècniques del dipòsit acumulador d'ACS	94
Taula 1.16. Nomenclatura dels elements de la instal·lació de calefacció.....	96
Taula 1.17. Característiques tècniques del dipòsit d'inèrcia	97

• *Taules dels annexes*

Taula 2.1. Condicions exteriors de càlcul de l'habitatge.....	111
Taula 2.2. Temperatura del terreny en funció de la zona climàtica.....	112
Taula 2.3. Cabals aconsellats per a la renovació d'aire.....	114
Taula 2.4. Resum de càrregues tèrmiques per cada dependència.....	164
Taula 2.5. Graus-dia en base 15°C per la ciutat de Lleida.....	165
Taula 2.6. Energia de calefacció consumida durant un dia de gener.....	167
Taula 2.7. Resultats del càlcul de l'energia tèrmica de calefacció	168
Taula 2.8. Demanda d'aigua calenta sanitària	169
Taula 2.9. Contribució solar mínima en %	170



Taula 2.10. Energia necessària per ACS	171
Taula 2.11. Energia total de calefacció i ACS.....	172
Taula 2.12. Dia característic de cada mes	174
Taula 2.13. Declinació solar per als diferents mesos de l'any.	175
Taula 2.14. Radiació solar sobre una superfície horitzontal a Lleida.....	176
Taula 2.15. Radiació Solar Global	176
Taula 2.16. Índex de nuvolositat per a cada mes a la localitat de Lleida.	176
Taula 2.17. Angles de posta de Sol.	177
Taula 2.18. \overline{H}_d (MJ/m ² ·dia) i $\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$ per als diferents mesos de l'any.....	178
Taula 2.19. Nombre de dies de cada mes.	179
Taula 2.20. Nombre d'hores de Sol de cada mes.	179
Taula 2.21. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=24^\circ$	180
Taula 2.22. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=10^\circ$	181
Taula 2.23. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=20^\circ$	182
Taula 2.24. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=30^\circ$	183
Taula 2.25. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=40^\circ$	184
Taula 2.26. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=50^\circ$	185
Taula 2.27. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=60^\circ$	186
Taula 2.28. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta=70^\circ$	187
Taula 2.29. Inclinação dels col·lectors.	190
Taula 2.30. Pèrdues límit.	190
Taula 2.31. Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit primari.	193
Taula 2.32. Factors que intervenen en el Rendiment del captador.....	195
Taula 2.33. Característiques dels col·lectors solars plans considerats.....	197
Taula 2.34. Correcció de la recta de rendiment d'alguns col·lectors.....	197
Taula 2.35. Resultats dels càlculs pels diferents col·lectors solars.	198
Taula 2.36. Rendiment del captador en els mesos de l'any.....	199
Taula 2.37. Dades, àrea de captació per Calefacció i n° de col·lectors equivalent.....	202
Taula 2.38. Dades per a l'optimització de l'àrea de captació per Calefacció.....	208



Taula 2.39. Cost Total per 1 captador solar.....	208
Taula 2.40. Cost Total per 2 captadors solars.	209
Taula 2.41. Cost Total per 3 captadors solars.	209
Taula 2.42. Cost Total per 4 captadors solars.	210
Taula 2.43. Cost Total per 5 captadors solars.	210
Taula 2.44. Cost Total per 6 captadors solars.	211
Taula 2.45. Cost Total per 7 captadors solars.	211
Taula 2.46. Cost Total per 8 captadors solars.	212
Taula 2.47. Dades per al càlcul de l'àrea de captació per ACS.....	216
Taula 2.48. Fracció anual de les necessitats d'ACS i paràmetres de càlcul.....	217
Taula 2.49. Coeficient k de separació entre files de captadors, segons la inclinació. ..	220
Taula 2.50. Longitud del grup en funció del nombre de captadors.	222
Taula 2.51. Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M.	231
Taula 2.52. Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues.....	232
Taula 2.53. Pèrdues de càrrega contínues per cada tram en el circuit primari.	235
Taula 2.54. Pèrdues de càrrega singulars per cada tram en el circuit primari.	237
Taula 2.55. Pèrdues de càrrega degudes als serpentins de bescanvi.	238
Taula 2.56. Pèrdues de càrrega totals per cada en el circuit primari.	239
Taula 2.57. Característiques del grup hidràulic ROCA.....	240
Taula 2.58. Volum expansionat per 1 kg d'aigua segons la temperatura.	241
Taula 2.59. Volum contingut en m lineal de canonada.	242
Taula 2.60. Volum total de fluid en el circuit primari.	244
Taula 2.61. Espessors mínims d'aïllament de referència per canonades interiors.	245
Taula 2.62. Espessor mínim d'aïllament segons la zona.	246
Taula 2.63. Coquil·les que s'instal·laran en cada tram de la instal·lació.....	247
Taula 2.64. Diàmetres mínims de la canonada de buidat en funció de la potència màxima del circuit.....	248
Taula 2.65. Energia produïda per la instal·lació solar durant l'any (MJ/mes).	248
Taula 2.66. Equivalències d'estalvi d'emissions de CO ₂ en la present instal·lació solar per ACS i calefacció	249
Taula 2.67. Energia produïda per la instal·lació solar durant l'any (MJ/mes).	251



Taula 2.68. Paràmetres de càlcul del període de retorn.....	252
Taula 2.69. Resultats del període de retorn de la instal·lació, per cada cas.....	253
Taula 2.70. Altitud, Latitud i Temperatura mínima històrica registrada.....	256
Taula 2.71. Cabals aconsellats per a la renovació de l'aire.....	257
Taula 2.72. Temperatura ambient, graus dia i temperatura de xarxa mensuals.	258
Taula 2.73. Radiació diària sobre superfície horitzontal i índex de nuvolositat mensuals.	259
Taula 2.74. Temperatura ambient mitjana, en hores de sol.	259
Taula 2.75. Propietats propilenglicol.....	260
Taula 2.76. Percentatges en massa i volum de la mescla propilenglicol-aigua i temperatures de fusió i ebullició.....	260
Taula 2.77. Densitat d'una solució aquosa de propilenglicol.....	261
Taula 2.78. Calor específic d'una solució aquosa de propilenglicol.	261
Taula 2.79. Conductivitat tèrmica d'una solució aquosa de propilenglicol.	262
Taula 2.80. Viscositat d'una solució aquosa de propilenglicol.	262
Taula 2.81. Longituds equivalents de canonada. Pèrdua de càrrega en accessoris.	263

• **Taules del plec de condicions**

Taula 4.1: Full d'especificacions del captador solar.	328
Taula 4.2: Full d'especificacions de la bomba de circulació del primari.....	330
Taula 4.3: Full d'especificacions de la centraleta de regulació solar.	332
Taula 4.4: Full d'especificacions de la caldera de gas	333
Taula 4.5: Full d'especificacions de l'electrovàlvula de tres vies.....	335
Taula 4.6: Full d'especificacions de les vàlvules d'equilibrat.....	336
Taula 4.7: Full d'especificacions del vas d'expansió.....	337
Taula 4.8: Full d'especificacions del sensor de radiació solar	338
Taula 4.9: Full d'especificacions de la sonda de temperatura del circuit primari.....	339
Taula 4.10: Full d'especificacions de la sonda de temperatura dels dipòsits.....	340
Taula 4.11: Full d'especificacions del purgador.	341
Taula 4.12: Full d'especificacions del dipòsit d'inèrcia.....	342
Taula 4.13: Full d'especificacions del dipòsit acumulador d'ACS.....	344



Taula 4.14: Full d'especificacions de les canonades de coure.	345
Taula 4.15: Fill d'especificacions del manòmetre.	346
Taula 4.16: Full d'especificacions de la vàlvula de bola.	347
Taula 4.17: Full d'especificacions de la vàlvula antirretorn.	348
Taula 4.18: Full d'especificacions de la vàlvula de seguretat.	349
Taula 4.19: Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió.	350
Taula 4.20: Full d'especificacions del dissipador de calor.	351
Taula 4.21: Full d'especificacions del filtre de partícules sòlides.	352
Taula 4.22: Full d'especificacions de l'aïllament de les canonades.	353
Taula 4.23: Full d'especificacions de ll'abraçadora.	354
Taula 4.24: Full d'especificacions de la unió T amb reducció.	355
Taula 4.25: Full d'especificacions de la unió T.	355
Taula 4.26: Full d'especificacions del colze de 90°.	356
Taula 4.27: Full d'especificacions de la cinta adhesiva.	357

- ***Taules del pressupost***

Taula 6.1. Pressupost general, subvenció i pressupost final.	388
---	-----



ÍNDEX DE FIGURES

• *Figures de la memòria*

Figura 1.1. Esquema dels diferents tipus d'aprofitament de l'energia solar.	12
Figura 1.2. Consum d'energia primària a Catalunya; 2003.....	15
Figura 1.3. Percentatges d'ús d'energies renovable a Espanya i Catalunya.....	16
Figura 1.4. Vistes de les façanes de la casa.	36
Figura 1.5. Aprofitament de la captació solar tèrmica	49
Figura 1.6. Parts d'un col·lector pla	50
Figura 1.7. Col·lector solar de tubs de buit i principi de funcionament.	51
Figura 1.8. Col·lector termosifònic.....	52
Figura 1.9. Esquema d'una bateria de col·lectors connectats en sèrie.....	53
Figura 1.10. Esquema d'una bateria de col·lectors connectats en paral·lel.	53
Figura 1.11. Dipòsit acumulador.	55
Figura 1.12. Esquema d'instal·lació amb circuit obert.	59
Figura 1.13: Esquema d'instal·lació amb circuit tancat.	59
Figura 1.14. Exemple d'instal·lació solar amb dos acumuladors: un acumulador d'ACS i un acumulador d'inèrcia.	60
Figura 1.15. Exemple d'instal·lació solar amb acumulador combinat	61
Figura 1.16. Diagrama de confort de l'ASHRAE.	61
Figura 1.17. Distribució de temperatures per cada tipus de calefacció.	74
Figura 1.18. Composició del terra radiant.	74
Figura 1.19. Col·locació del tub de polietilè.....	75
Figura 1.20. ubicació dels col·lectors solars.	78
Figura 1.21. Estructura de tancament.	79
Figura 1.22. Funcionament normal del dissipador d'escalfor.	87
Figura 1.23. Dissipació normal amb bomba (baixa demanda energètica).....	87
Figura 1.24. Dissipació per gravetat (paro de bomba).	88
Figura 1.25. Diagrama de Gantt.	101



- Figures dels annexes

Figura 2.1. DpClima: Dades d'identificació del projecte.....	109
Figura 2.2. DpClima: Dades de l'emplaçament del projecte.....	110
Figura 2.3. Mapa de la temperatura del terreny en funció de la zona climàtica.....	111
Figura 2.4. DpClima: Descripció zones de l'edifici.	113
Figura 2.5. DpClima: Identificació de les característiques del local.	113
Figura 2.6. DpClima: Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas dels locals.	115
Figura 2.7. DpClima: Icones de tancaments.....	115
Figura 2.8. DpClima: definició de les característiques d'un tancament exterior	115
Figura 2.9. DpClima: estructures constructives definides ja pel programa.....	116
Figura 2.10. DpClima: Definició dels tipus de tancaments.....	116
Figura 2.11. DpClima: Definició dels tipus de finestres de cada local.	118
Figura 2.12. DpClima: Relacions entre dos locals que comparteixen tancament.	168
Figura 2.13. Gràfica potència-hora de cada mes calculada pel programa DpClima....	166
Figura 2.14. Zones climàtiques.	169
Figura 2.15. Demanda mensual de calefacció i ACS.	172
Figura 2.16. Angles relatius a superfícies inclinades.	173
Figura 2.17. Declinacions.....	175
Figura 2.18. Variació de la radiació anual i hivernal en funció de la Inclinació.....	188
Figura 2.20. Variació de la irradiació per diferents inclinacions.....	188
Figura 2.21. Percentatge d'energia respecte al màxim com a conseqüència de les pèrdues per orientació i inclinació.....	190
Figura 2.22. Punt de congelació en funció del percentatge d'anticongelant.	192
Figura 2.23. Corbes de rendiment al llarg de l'any dels col·lectors considerats.	198
Figura 2.24. Rati cost/potència útil al llarg de l'any dels col·lectors considerats.	199
Figura 2.25. Rendiment del captador per cada mes de l'any.....	200
Figura 2.26. Corbes-f per sistemes d'aigua.	204
Figura 2.27. Fracció solar anual en funció del nº de captadors.	213
Figura 2.28. Cost Total en 10 anys en funció del nombre de captadors.....	213
Figura 2.29 Potència necessària per calefacció-Potència subministrada pels captadors.	214



Figura 2.30. Relació demanda calefacció - energia útil.	214
Figura 2.31. Relació demanda ACS - energia solar útil.	218
Figura 2.32. Connexió de captadors en paral·lel i en sèrie.	219
Figura 2.33. Distància entre files de captadors.	220
Figura 2.34. Exemple de disposició de dos files de captadors sobre la teulada.	221
Figura 2.35. Disposició dels captadors, segons catàleg.	222
Figura 2.36. Disposició del captadors solar per ACS.	223
Figura 2.37. Disposició dels captadors solars per calefacció.	223
Figura 2.38. Esquema acotat del captador.	224
Figura 2.39. Caiguda de pressió per un col·lector TAKAMA T-2 INOX en funció del cabal circulant.	229
Figura 2.40. Esquema del circuit amb designació dels trams.	233
Figura 2.41. Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació, per cada cas ...	254

- ***Figures del pressupost***

Figura 6.1. Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació, per cada cas	390
---	-----



1.MEMÒRIA



FULL D'IDENTIFICACIÓ**Dades del projecte**

Títol del projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per A.C.S. i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.

Coordenades UTM: X: 302.815 m, Y: 4.607.192 m

Dades del promotor

Nom i cognoms: Lluïsa F. Cabeza Fabra

Direcció postal: Escola Politècnica Superior
c/ Jaume II, 69 Campus Capponet. Despatx: CREA 0.16
25001, LLEIDA

Telèfon: 973 00 35 76

Correu electrònic: lcabeza@diei.udl.es

Dades del projectista

Nom i cognoms: Verónica Alaminos Fernández

N.I.F.: 47687845-J

Direcció postal: c/ Joan Burniol nº6, 25230, Mollerussa (LLEIDA)

Telèfon: 973 60 29 62

Correu electrònic: veroalaminos@hotmail.com

Signen els anteriorment mencionats:

El promotor

El projectista

*Lluïsa F. Cabeza Fabra**Verónica Alaminos Fernández*

Lleida, 19 de Gener de 2006.





ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

1. MEMÒRIA	1
Full d'identificació.....	3
Índex de la memòria	5
1.0. INTRODUCCIÓ.....	7
1.0.1. L'ENERGIA. CONCEPTE I TIPOLOGIES	7
1.0.2. LES ENERGIES RENOVABLES	8
1.0.3. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES ENERGIES RENOVABLES ...	9
1.0.4. EL SOL.....	10
1.0.5. L'ENERGIA SOLAR	12
1.0.6. SITUACIÓ ENERGÈTICA ACTUAL	14
1.0.7. LA CASA PREFABRICADA.....	17
1.1. OBJECTE	19
1.2. ABAST.....	20
1.3. ANTECEDENTS	21
1.4. NORMES I REFERÈNCIES.....	22
1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES.....	22
1.4.2. BIBLIOGRAFIA	23
1.4.3. ALTRES REFERÈNCIES.....	23
1.4.4. PROGRAMES DE CàLCUL	24
1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS.....	25
1.5.1. DEFINICIONS	25
1.5.2. ABREVIACIONS	34
1.6. REQUISITS DEDISENY	35
1.6.1. REQUISITS GENERALS DEL PROJECTE.....	35
1.6.2. DESCRIPCIÓ ARQUITECTÒNICA DE L'HABITATGE.....	36
1.6.3. CàRREGUES TÈRMiques DE L'HABITATGE	46
1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS	48
1.7.1. CAPTADORS SOLARS	48
1.7.2. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR.....	52



1.7.3. CONNEXIÓ DELS CAPTADORS	52
1.7.4. SELECCIÓ DEL TIPUS DE CONNEXIÓ DELS CAPTADORS	54
1.7.5. TIPUS D'ACUMULADORS.....	54
1.7.6. TIPUS D'INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA.....	58
1.7.7. SELECCIÓ DELS ACUMULADORS	61
1.7.8. VASOS D'EXPANSIÓ.....	62
1.7.9. SELECCIÓ DEL VAS D'EXPANSIÓ	63
1.7.10. TIPUS DE CIRCULADORS	63
1.7.11 SELECCIÓ DEL CIRCULADOR	64
1.7.12. FLUID CALOPORTADOR.....	65
1.7.13. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR	67
1.7.14. SISTEMA DE CALEFACCIÓ.....	67
1.7.15. SELECCIÓ DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓ.....	76
1.8. RESULTATS FINALS.....	77
1.8.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.....	77
1.9. PLANIFICACIÓ	99
1.9.1. TASQUES REALITZADES	99
1.9.2. DIAGRAMA DE GANTT	101
1.10. CONCLUSIONS.....	102
1.11. AGRAÏMENTS.....	130



1.0. INTRODUCCIÓ

1.0.1. L'ENERGIA. CONCEPTE I TIPOLOGIES

L'energia es pot definir com la capacitat que té un sistema per realitzar treball. És necessària per dur a terme qualsevol procés o activitat que impliqui un canvi.

En funció de les seves característiques, les fonts d'energia es poden agrupar en dos tipus: energies no renovables, o convencionals, i renovables. Les energies no renovables són les que provenen de recursos energètics emmagatzemats al planeta, i que no es regeneren o ho fan en cicles molt més llargs que el seu ritme de consum. Les energies renovables, en canvi, es consideren inesgotables, amb ritmes de consum no superiors als de producció o de generació.

L'energia existeix en diferents formes; cal separar l'energia mecànica, de l'energia tèrmica (combustibles). La transformació d'energia de forma mecànica a tèrmica té sempre un rendiment del 100%, però la transformació de combustible en energia mecànica té un rendiment inferior. També cal distingir l'energia primària, donada pels combustibles, l'energia nuclear i l'energia del sol en les seves diferents formes, i l'energia final, la que es consumeix. Es mesuren amb unitats d'energia estàndard (kWh, kcal) o pel poder calorífic en el cas dels combustibles.

L'obtenció de noves fonts d'energia, al llarg de la història, ha estat una de les bases principals del desenvolupament tècnic, social i econòmic de l'home. L'aigua, el vent, la biomassa, el carbó, el petroli o l'urani han estat elements molt importants per al progrés humà en aquest aspecte.

El major punt d'inflexió té lloc amb la Revolució Industrial. Des del seu començament al s. XVIII, el consum d'energia a anat creixent a passos de gegant, i encara ara la tendència actual és d'un creixement del 2% de mitja anual. Amb la revolució es van imposar les fonts d'energia fòssils, per l'abundància, baix cost i facilitat d'extracció.

Però en les últimes dècades, la preocupació pel medi ambient i l'alt desenvolupament econòmic, industrial i social, a més de la preocupació per l'esgotament dels combustibles fòssils, han suposat una nova tendència per les energies renovables i la cerca de mètodes de màxim aprofitament.



1.0.2. LES ENERGIES RENOVABLES

Les *energies renovables* són els tipus d'energia inesgotables des del punt de referència del període d'existència de la humanitat, tinguin o no el seu origen en el Sol. Estrictament dit, és renovable qualsevol procés que no alteri l'equilibri tèrmic del planeta, que no generi residus irrecuperables i que la seva velocitat de consum no sigui superior a la velocitat de regeneració de la seva font energètica.

L'adopció d'energies renovables és una opció que es presenta en el camí de viure no com a paràsits sinó en simbiosi amb la Terra.

Les *fonts d'energia renovables* són la radiació solar, l'atracció gravitacional de la lluna i el Sol, i la calor interna de la terra.

El 30% de l'energia procedent del Sol es reflexa a l'atmosfera terrestre, mentre que el 70% restant la traspasa, experimentant o no canvis en les seves característiques, donant lloc a diferents fonts renovables d'energia.

Tipus d'energies renovables:

- ✦ **Energia hidràulica:** quan l'aigua del mar absorbeix energia solar, s'evapora i passa a l'atmosfera, on, després d'un cert temps segueix el cicle tornant a caure en forma líquida o sòlida. L'energia potencial que posseeixen aquestes masses d'aigua s'aprofita per obtenir un altre tipus d'energia, mecànica, elèctrica, etc. Quan la seva finalitat és l'obtenció d'energia elèctrica s'anomena *energia hidroelèctrica*.
- ✦ **Energia eòlica:** la diferent distribució de l'energia solar a l'atmosfera influeix en el moviment de les masses d'aire. Quan l'aire s'escalfa tendeix a pujar substituint-se ràpidament per aire més fred, fenomen que constitueix l'origen dels vents.
- ✦ **Energia solar:** aprofita la incidència dels raigs solars per a l'escalfament o la producció d'electricitat. L'energia que travessa l'atmosfera sense experimentar canvis sensibles, s'anomena **energia solar directa**, i és el que proporciona als éssers vius llum i calor.
- ✦ **Energia geotèrmica:** proporcionada per la calor retinguda en l'interior de la Terra.



- ✦ **Energia de la biomassa:** és l'energia continguda en enllaços químics d'alta energia presents en la matèria viva. S'obté d'una gran diversitat de productes (forestals, deixalles agrícoles i animals, escombraries...). Com a recurs energètic, necessita un previ procés de transformació d'aquesta biomassa. Pot ser utilitzada directament com a combustible, per a preparar combustibles líquids o per obtenir biogàs.
- ✦ **Energia mareomotriu:** aprofita la força de les marees, que són variacions en el nivell del mar produïdes per les interaccions del sistema Terra-Lluna-Sol, els gradients tèrmics originats per la calor solar i les onades originades pels vents.

1.0.3. AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES ENERGIES RENOVABLES

Els principals avantatges de les energies renovables respecte a les energies convencionals s'anomenen a la Taula 1.1.

Taula 1.1. Avantatges i inconvenients d'energies renovables envers convencionals.

	Energies renovables	Energies convencionals
Avantatges mediambientals	No produeixen emissions de CO ₂ i altres gasos contaminants a l'atmosfera.	Les energies produïdes a partir de combustibles fòssils (petroli, gas, carbó) si en produeixen.
	No generen residus difícils de tractament.	L'energia nuclear i els combustibles fòssils generen residus que suposen durant generacions una amenaça per al medi ambient.
	Són inesgotables.	Són esgotables.
Avantatges estratègics	Són autòctones.	Els combustibles fòssils només existeixen en un nombre limitat de països.
	Disminueixen la dependència de l'exterior.	Els combustibles fòssils són importats en un alt percentatge.
Avantatges socioeconòmics	Creen cinc cops més llocs de treball que les convencionals.	Creen molts pocs llocs de treball respecte al seu volum de negoci.
	Han permès a Espanya desenvolupar tecnologies pròpies.	Utilitzen en la seva major part tecnologia importada.



Respecte a l'energia solar tèrmica en particular, el principal avantatge es basa en que possibilita cobrir part de les necessitats energètiques d'un edifici sense utilitzar recursos naturals esgotables, com els combustibles fòssils. El seu ús contribueix a evitar el procés d'escalfament de la Terra, produït com a conseqüència directa de l'efecte hivernacle, fenomen accentuat en els últims anys degut a la gran quantitat d'emissions de CO₂ a l'atmosfera a partir de la combustió de fonts energètiques convencionals.

L'energia solar produeix un impacte mínim i reversible sobre l'entorn immediat i desapareix quan ho fa la pròpia instal·lació.

Algun dels inconvenients són que es presenta en cicles nit-dia i estacions hivern-estiu, el gran espai necessari per instal·lar-la, rendiments no gaire elevats, l'impacte visual, que no es pot emmagatzemar de forma directa i la ineficàcia en algunes zones del planeta. També és un inconvenient la influència de la climatologia, que provoca grans variacions en el temps i la qualitat d'irradiació.

1.0.4. EL SOL

El Sol és una esfera de matèria gasosa calenta, amb temperatura de cos negre, i de densitat 100 vegades major a la de l'aigua. És considerada com un reactor de fusió contínua, i els seus gasos constituents són retinguts per les forces gravitacionals.

És una gran font d'energia, amb un flux radiant equivalent a una densitat de 62,5 MW/m² de superfície solar. Solament arriba al planeta una petita fracció d'aquesta enorme energia radiant, encara que representa una quantitat molt gran en comparació amb l'energia necessària per mantenir l'actual civilització tecnològica. El problema el presenta la seva dificultat d'aprofitament, degut a que es troba molt dispersa, repartida per tota la superfície de la Terra i els oceans.

La radiació solar està formada per una mescla d'ones electromagnètiques de diferents freqüències. Les que es poden percebre per l'ull humà constitueixen el que es coneix com llum visible. Altres, encara que no visibles, fan notar igualment els seus efectes al cedir als cossos l'energia que transporten.



La radiació que arriba a la Terra no és constant, variant de forma aleatòria degut als efectes que provoca l'atmosfera sobre ella, absorbint i dispersant-ne una gran part, com a conseqüència de la seva estructura i dels agents variables que s'hi troben, com la pol·lució o la nubolositat. Per això, per dissenyar sistemes d'energia solar, és necessari una caracterització de la radiació disponible sota diverses condicions atmosfèriques.

La caracterització de la radiació solar incident de la Terra no és senzilla degut fonamentalment a:

- La aleatorietat de la radiació solar que ha fet impossible, fins al moment, determinar-la de forma definitiva o exacta.
- El moviment relatiu Sol-Terra, regit per equacions complexes que determinen en tot moment la posició de l'astre respecte qualsevol punt de la superfície terrestre.
- La varietat de models existents per caracteritzar la radiació, cosa que obliga a l'usuari a elegir en funció de les necessitats en cada cas.

La radiació es divideix, bàsicament, en tres parts:

- Radiació directa (I): formada pels raigs procedents del Sol directament.
- Radiació difusa (D): originada per la dispersió de l'atmosfera, inclosos els núvols, que absorbeixen la major part de l'energia solar, reflectint-la i retornant-la a l'espai.
- Radiació de l'albedo (R): procedent del terra degut a la reflexió de part de la radiació incident sobre ell.

La suma d'aquests tres tipus de radiació dóna lloc a la radiació global, G .

En una determinada regió les condicions climàtiques són el factor més important per avaluar les possibilitats d'una instal·lació solar. Influeixen, com ja s'ha esmentat, la nubolositat, a més de la temperatura mitja de l'aire i la velocitat del vent, sobretot en els captadors plans destinats a escalfar aigua, ja que si la temperatura és massa baixa o el vent predominant és fort, el captador tendirà a perdre ràpidament la calor absorbida per la radiació solar, dificultant la seva transmissió a l'aigua.

No obstant, és possible aprofitar raonablement l'escassa energia que es pot recollir en regions d'altres latituds i baixes temperatures.

1.0.5. L'ENERGIA SOLAR

Del Sol provenen moltes de les formes d'energia conegudes, com es pot veure a la Figura 1.1, esquema de les diferents maneres d'aprofitament d'aquesta energia.

L'energia solar és l'energia obtinguda directament del Sol. La radiació incident sobre la Terra pot aprofitar-se per la seva capacitat per escalfar o a través de dispositius òptics o d'altres tipus. És un tipus d'energia renovable neta, el que es coneix com energia verda.

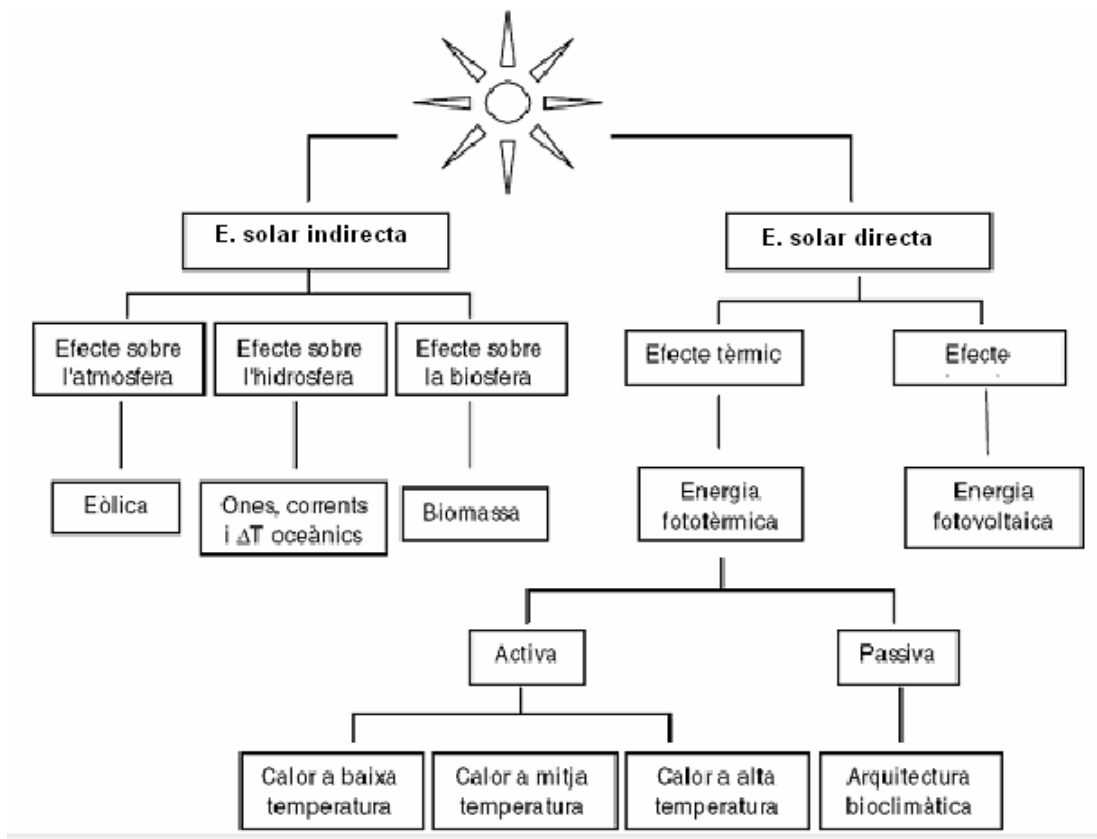


Fig. 1.1. Esquema dels diferents tipus d'aprofitament de l'energia solar.

L'energia solar tèrmica consisteix en l'aprofitament directe, en forma d'escalfament o energia calorífica, de la radiació solar incident.

Dintre de l'energia solar directa tèrmica, es pot distingir entre energia tèrmica passiva i activa.

Els sistemes passius es basen en les accions, disseny o arquitectura dels edificis, que permeten un millor aprofitament dels recursos energètics, per tal d'augmentar la



temperatura a l'hivern i disminuir-la a l'estiu, el que es coneix bàsicament com arquitectura bioclimàtica.

Els sistemes actius es basen en la captura de la radiació solar a partir d'uns captadors pels que circula un fluid que transmet l'escalfor a un sistema d'utilització o emmagatzematge. Es poden classificar en alta, mitja o baixa temperatura.

En el present projecte es prestarà especial atenció als sistemes d'**energia solar directa per captació tèrmica activa de baixa temperatura**, doncs la instal·lació que es pretén realitzar utilitzarà aquest tipus d'energia.

Aquests sistemes es caracteritzen per utilitzar, com a element receptor d'energia, el captador o col·lector solar. N'hi ha de diferents tipus, tots ells basats en el principi de "efecte hivernacle", que consisteix en captar en el seu interior l'energia solar, transformant-la en energia tèrmica i impeding la seva sortida a l'exterior.

Les principals aplicacions actuals de l'energia solar tèrmica són:

- ✦ **Producció d'aigua calenta sanitària:** és l'aplicació més comú de l'energia solar tèrmica donada la seva bona rendibilitat. La fa molt compatible amb l'aprofitament d'energia solar el fet de tractar-se d'un consum regular al llarg de l'any i a una temperatura mitjana entre 40°C i 60°C. Per aquesta aplicació s'utilitzen normalment captadors plans. Les temperatures assolides pels captadors permeten emmagatzemar l'energia captada en acumuladors d'aigua d'on es subministrada cap al consum.
- ✦ **Calefacció:** a través de captadors s'escalfa un fluid que transporta l'energia tèrmica fins a dipòsits acumuladors on es fa el bescanvi energètic i es subministra a la xarxa de calefacció. Normalment és necessari un sistema convencional de suport (caldera). Sobretot és eficaç per sistemes de com el terra radiant, els radiadors sobredimensionats o els convectors forçats "Fan-coils".

Els principals elements existents en una instal·lació d'energia solar tèrmica de baixa temperatura són: *el captador solar, fluid caloportador, circuit del fluid, aïllaments, vas d'expansió, bomba de circulació, purgadors, vàlvules, sistema de control, etc.*



1.0.6. SITUACIÓ ENERGÈTICA ACTUAL

1.0.6.1. La situació energètica actual al món

Els habitants dels països industrialitzats, actualment, disposen de xarxes de conducció que aporten l'energia necessària per a la vida quotidiana amb un alt nivell de confort, i no recauen en quin és l'origen d'aquesta energia, ni quines conseqüències comporta.

Els nivells de creixement de consum energètic durant el segle XX i la dependència dels combustibles fòssils, provoquen que cada vegada més s'implanti una economia energètica basada en les energies renovables. Encara que l'aportació energètica d'energies renovables encara no és molt significativa, aquesta augmenta, conscienciant a la gent de que cal una política d'estalvi i ús racional de l'energia.

Actualment, el petroli és la font energètica estrella, és el referent energètic mundial, seguit del carbó i el gas natural, com a combustibles fòssils, i l'energia nuclear. Alhora, són també responsables del 80% de les emissions anuals de CO₂ a l'atmosfera, i per tant de la contaminació, l'efecte hivernacle i el canvi climàtic. També se'n deriven altres problemes, com l'encariment de recursos i les crisis del petroli, deguts a la concentració de reserves en determinades zones. Però això no impedeix un consum actual frenètic d'aquestes fonts d'energia convencionals, amb reserves limitades i per tant esgotables.

El consum mundial d'energia supera els 10.000 milions de tones equivalents de petroli (tep) cada any. La majoria prové de combustibles fòssils, distribuïts com es mostra a la Figura 1.2.

Els anys de vida dels combustibles fòssils previstos en base al consum actual es mostren a la Taula 1.2.

Taula 1.2. Temps previst d'esgotament d'alguns combustibles.

Petroli	45 anys
Energia Nuclear	80 anys
Gas Natural	70 anys
Carbó	225 anys

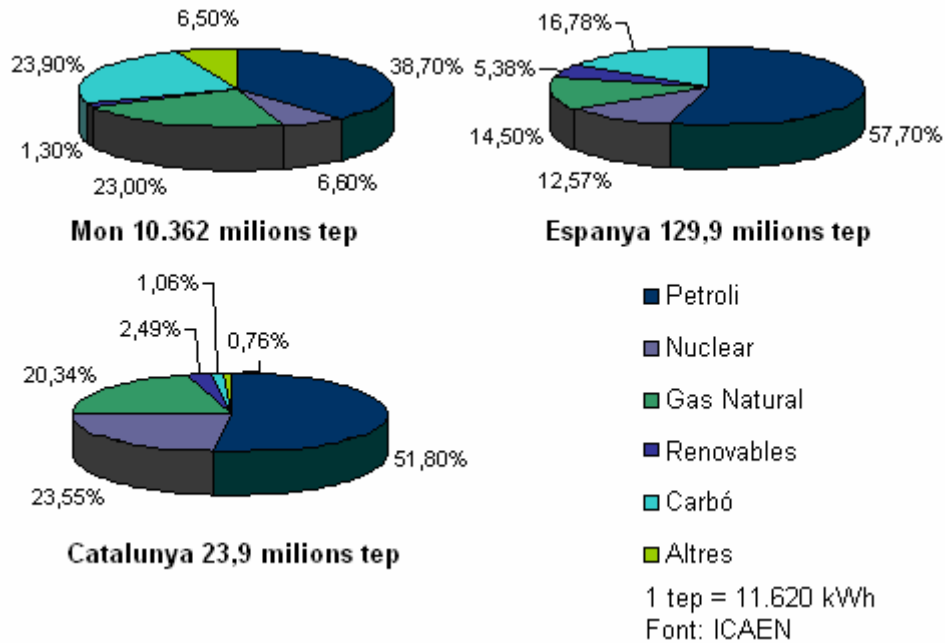


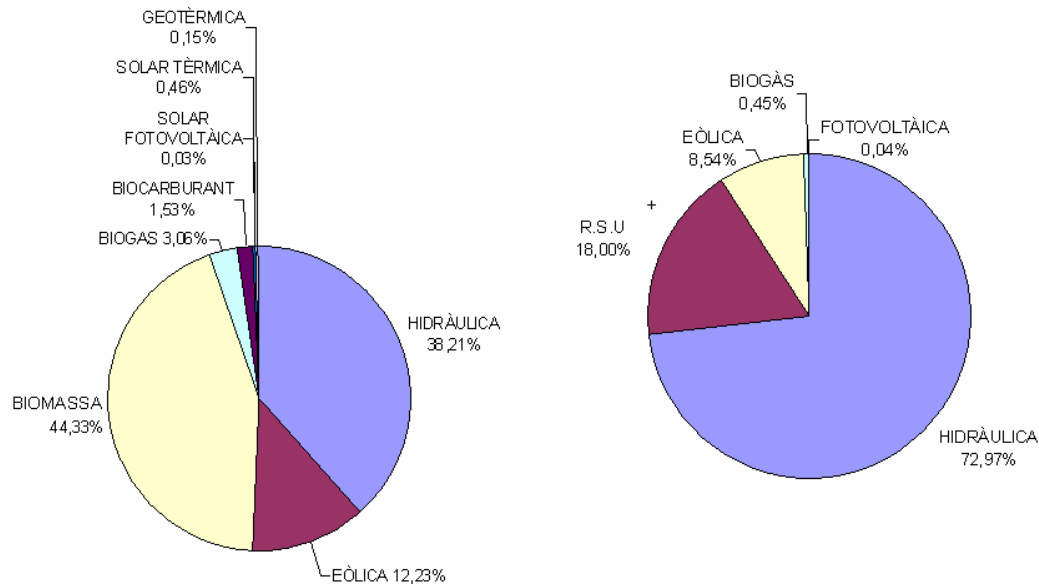
Fig. 1.2. Consum d'energia primària a Catalunya; 2003.

En conclusió, la situació energètica mundial és insostenible i necessita solucions immediates, solucions que impliquin produir i utilitzar energia de manera que es sustenti el progrés humà sense perjudicar el medi ambient. Per això cal apostar per l'ús de fonts energètiques renovables amb origen solar, del vent, de l'aigua, de matèria orgànica o de la calor terrestre, fonts d'energia il·limitades, i amb capacitat natural de regeneració.

A més d'una reducció del consum de combustibles fòssils, l'ús d'energies renovables comportaria reduir emissions de gasos perjudicials a l'atmosfera, sobretot de CO₂.

Respecte a les energies renovables, els percentatges que en representa cada tipus a Espanya i Catalunya, dades del 2003, es presenten a la Figura 1.3.

CONSUM D'ENERGIA RENOVABLE A ESPANYA; 2003 CONSUM D'ENERGIA RENOVABLE A CATALUNYA; 2003

**Fig. 1.3. Percentatges d'ús d'energies renovable a Espanya i Catalunya.**

1.0.6.2. El Protocol de Kyoto

Aproximadament un terç de les emissions de CO₂ produïdes a Europa, provenen de la generació d'energia elèctrica i de la producció d'aigua calenta mitjançant la combustió de productes fòssils com el gas-oil o altres de similars.

39 països es van comprometre a la cimera mundial de Kyoto (1997) a reduir les seves emissions d'efecte hivernacle l'any 2012 fins una xifra superior al 5% de les emissions al 1990, amb l'anomenat Protocol de Kyoto, que és, avui dia, el compromís internacional més seriós per intentar lluitar contra el canvi climàtic antropogènic.

Cal afegir, però, que els percentatges en que cada estat haurà de variar les seves emissions l'any 2012 respecte a les de 1990 són variables. La Unió Europea es considera tota ella com una unitat, però Espanya, dintre d'ella, haurà de reduir les seves emissions fins al 92% del nivell de l'any 1990.

1.0.6.3. Lleida, l'Ordenança solar

L'Ordenança reguladora de la incorporació de sistemes d'energia solar per a usos tèrmics al municipi de Lleida, en vigor des del desembre del 2005, regula l'obligació



d'instal·lar plaques solars per a la producció del 60% o més de la demanda d'aigua calenta sanitària als edificis i a les construccions situats al terme municipal de Lleida.

Aquesta ordenança afecta les noves edificacions i construccions, així com les rehabilitacions o reformes integrals, canvis d'ús i piscines cobertes de nova construcció i qualsevol altre ús que impliqui utilitzar aigua calenta sanitària. Altres regulacions posteriors, com el Decret d'Ecoeficiència, amplien algunes d'aquestes obligacions.

L'elaboració d'aquesta ordenança ha estat un procés participatiu obert a diferents agents socials de la ciutat, i significa un pas que obre camí a noves regulacions per a afavorir l'estalvi energètic a Lleida.

La ciutat de Lleida, tot i les boires de l'hivern, és una ciutat privilegiada, amb una irradiació anual rebuda superior a moltes ciutats mediterrànies com Barcelona o Valencia, i és per això que es pot permetre aquesta ordenança, i perquè, a més, escalfar aigua amb energia solar és, avui, tècnicament viable, permetent reduir el consum d'energies no renovables i la factura de la llum o el gas.

1.0.8. LA CASA PREFABRICADA

“Vivenda modular” o “casa prefabricada” són paraules que ens han d'atansar a la idea de “muntatge” en lloc de “construcció”.

Tothom ha jugat alguna vegada amb jocs de peces o meccanos, adonant-se que com més grans són les peces, més ràpid es podia construir allò que es pretenia. Doncs en la construcció de vivendes, cada vegada és més comú l'ús de components prefabricats en plantes de producció, que es munten sobre el terreny.

Fins ara es coneixien molts tipus de construcció modular o prefabricada, però cada vegada està més estesa la construcció uni i plurifamiliar per aquest mètode. Bàsicament s'utilitzen pilars, forjats, jàsseres, cobertes prefabricades, i aplacats per a tancaments horitzontals. Aquest tipus de construcció permetrà compondre i aixecar tot tipus d'edificació en menys temps, ja que s'aconsegueix una major rapidesa d'execució i es redueix el temps d'espera, com en el cas dels forjats de formigó.



Aquests procediment constructiu té defensors i detractors, doncs, mentre uns defensen que és una solució que accelera el procés constructiu i redueix costos i impacte ambiental, d'altres defensen que els prefabricats no estan dintre d'una construcció ecològica.

✦ **Avantatges dels prefabricats:**

- Construcció contínua en plantes de producció, creant llocs de treball fixos per a molts treballadors del sector, sense necessitat de mà d'obra especialitzada.
- Rapidesa de muntatge i reducció del temps d'execució de l'obra.
- Estalvi de materials utilitzats a l'obra.
- Reducció de residus en la construcció.
- Creació de productes finals que permeten l'estalvi d'energia.
- Components prefabricats construïts amb la mateixa qualitat o superior que a l'obra, i a més estaran menys exposats a les inclemències meteorològiques.
- Donen lloc a edificis en els que serà més fàcil la seva “desconstrucció” quan arribin al final de la seva vida útil.
- En alguns casos, possibilitat de desmuntar l'edifici i canviar d'emplaçament.

✦ **Inconvenients dels prefabricats:**

- No està gaire clar que els prefabricats siguin una solució de baix impacte ambiental per una construcció més ecològica.
- Tret de en comptades ocasions, no es produeixen amb materials ecològics, sinó amb materials similars a les construccions convencionals.
- El seu transport fins al lloc de muntatge genera emissions perjudicials per l'efecte hivernacle.
- La seva construcció és un procés més intensiu en energia fòssil i menys en energia humana.
- Els residus es generarien en planta, tot i que no es produïssin a l'obra. Materials defectuosos i embalatges es convertirien també en residus contaminants.
- No resulten molt més econòmiques que les construccions tradicionals.
- Falta d'adaptació al terreny i pèrdua d'opcions creatives.



1.1. OBJECTE

El present projecte consisteix en el disseny i l'especificació de les condicions tècniques i econòmiques d'una instal·lació solar tèrmica de baixa temperatura per a l'escalfament d'ACS (Aigua Calenta Sanitària) i calefacció, amb sistema de recolzament de caldera de gas natural.

Aquesta instal·lació es dissenyarà per a un habitatge unifamiliar prefabricat, situat a Lleida, dissenyat i construït per Prefabricats Pujol.

El disseny i dimensionament de la instal·lació solar tèrmica permetrà l'abastament de gairebé la totalitat dels serveis d'ACS durant tot l'any, alhora que servirà per cobrir una part de les necessitats de calefacció durant els mesos d'hivern.

Es realitzarà un estudi de les necessitats energètiques a l'estiu i a l'hivern, i es proposarà una solució que les cobreixi prioritat la utilització d'energia solar tèrmica, però tenint en compte que caldrà un sistema de colzament. La instal·lació estarà dissenyada per cobrir les necessitats d'ACS i calefacció de 4 persones que visquin anualment en l'habitatge.

Per valorar la viabilitat del projecte es realitzarà un pressupost orientatiu així com un estudi del període de retorn de la inversió inicial.

El projecte té com a intenció, a més de l'eficiència i l'estalvi energètic, i per tant econòmic, el respecte i la preocupació pel medi ambient.



1.2. ABAST

L'abast del projecte inclou el disseny i dimensionat de la instal·lació solar tèrmica, i dels complements i elements necessaris per al bon funcionament i subministrament d'ACS i calefacció.

No inclou el disseny de la distribució de les canonades internes de l'habitatge, a excepció de les pròpies del sistema solar, ja que es consideraran adequades les establertes en el projecte original de la casa.

No es troben dins de l'abast del projecte els treballs d'execució ni la direcció d'obres, ja que s'està realitzant el disseny d'una instal·lació, i no una implantació.



1.3. ANTECEDENTS

El present projecte ha sorgit d'una iniciativa pròpia de l'autora motivada per l'actual creixement d'aquests sistemes energètics, i pels nous reglaments i ordenances que estableixen com a obligatòria la implantació de sistemes d'energia solar per al subministrament d'ACS en vivendes de nova construcció.

També ha influït l'interès de l'autora per les energies renovables i els sistemes que les apliquen, respectant el màxim possible el medi ambient.

D'aquesta idea i del coneixement de la promoció d'habitatges prefabricats de l'empresa Prefabricats Pujol, va sorgir la idea d'un projecte que instal·lés en un dels seus models de vivenda modular un sistema d'energia solar tèrmica.

La casa ha estat situada a Lleida, sense un emplaçament concret, però amb la façana principal orientada cap a l'est, de manera que la coberta on se situaran els captadors solars quedi orientada cap al sud per tal de situar la casa en unes condicions solars òptimes.

És un habitatge unifamiliar aïllat que consta de dues plantes i jardí, amb una superfície construïda de 173,30 m², dels quals en són útils 142,31 m².

Els captadors solars, part essencial de la instal·lació, s'instal·laran sobre la coberta, aprofitant la pendent d'aquesta, 24°, menys del 30% regulat, per motius d'estètica arquitectònica, evitant que de cara a la façana principal es vegi el muntatge solar.

L'equip solar es dimensionarà tenint en compte unes necessitats energètiques mitjanes que es calcularan en el projecte, i es cobriran els dèficits puntuals amb l'aportació del sistema de recolzament a base de caldera de gas.

1.4. NORMES I REFERÈNCIES

La instal·lació solar cal que compleixi les Normes i reglaments que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

1.4.1. DISPOSICIONS LEGALS I NORMES APLICADES

- UNE 157001:2002: Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic HE Estalvi d'energia.
- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic Seguretat Estructural.
- Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i Instrucciones Técnicas Complementarias.
- NBE-CT-79: *Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios.*
- UNE 100030 IN: *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.*
- Normes UNE-EN: *Sistemas solares térmicos i componentes.*
- Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions de calefacció, ACS i col·lectors solars tèrmics.
- UNE 100155:2004: *Diseño y cálculo de sistemas de expansión.*
- Normes UNE-EN ISO: *Dibuix tècnic.*
- Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86).
- Reial Decret del 30 de setembre de 1998. *Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu 1.302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.*

1.4.2. BIBLIOGRAFIA

- Cabeza, Lluïsa F., *Gestió de sistemes energètics*. Ed. Paperkite. Lleida, 2006.
- Cabeza, Lluïsa F., *Producció d'energia tèrmica*. Ed. Paperkite. Lleida, 2005.
- Cabeza, Lluïsa F., *Sistemes de fred i climatització*. Ed. Paperkite. Lleida, 2005.
- Rosas Casals, M., *Energia solar tèrmica*. Edicions UPC. Barcelona, 2001.
- A.A.V.V., *ASHRAE 2000 HVAC Fundamentals Handbook*. Ed. ASHRAE. EEUU, 2000.
- Escoda, S. *Energía solar térmica. Manual tècnico*. Salvador Escoda, 2005.
- Mario Ortega Rodríguez, *Las Energías renovables*. Ed. Paraninfo, 2000.
- M. Castro Gil, A. Colmenar Santos, *Energía solar térmica de baja temperatura*. Progensa, 2000.
- Ricardo Lemvigh-Müller, *Instalaciones de energía solar térmica*. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L., 1999.
- Agüera Soriano, Jose, *Mecànica de fluids incompressibles i turbomàquines hidràuliques*. Ed Ciència 3.
- Institut Català de l'energia, *Quadern pràctic per a instal·ladors d'energia solar tèrmica*. Generalitat de Catalunya, Edició 2003.
- EMEP/CORINAIR, *Atmospheric Emission Inventory Guidebook i Comisión Europea Objetivo 2005*.

1.4.3. ALTRES REFERÈNCIES

- *Instal·lació solar tèrmica de baixa temperatura per a l'escalfament d'ACS per a un contenidor dissenyat com a caseta sanitària*. PFC de Martí Comellas Andrés, 2006.
- *Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per a A.C.S, calefacció i climatització d'una piscina descoberta, a una casa a "El Catllar"*. PFC de Lourdes Calzada Bullich, 2006.



- *Disseny de la instal·lació de climatització i ACS mitjançant energia solar tèrmica per un habitatge unifamiliar de Lleida.* PFC de Marc Piquer Coll, 2005.
- *Disseny de la instal·lació solar tèrmica per A.C.S i per al recolzament de calefacció, en una casa de Lleida.* PFC d'Eduard Cuadrat Fondevila, 2006.

World Wide Web:

- **www.inm.es** (informació climatològica).
- **www.meteocat.com** (informació climatològica).
- **www.paeria.es** (ordenances i reglaments).
- **www.salvadorescoda.com** (subministrador de components de climatització, ACS i energia solar).
- **www.takama.es** (subministrador de components per instal·lacions solars).
- **www.junkers.com** (subministrador de components per instal·lacions solars).
- **www.roca.com** (subministrador de components per instal·lacions solars, d'ACS i calefacció).
- **www.censolar.es** (difusió i formació tècnica en energia solar)
- **www.solarweb.net** (informació sobre energia solar)
- **www.caloryfrio.com** (catàlegs d'ACS i energia solar)
- **www.solahart.com** (components d'instal·lacions d'energia solar).
- **www.icaen.net** (subvencions).
- **www.panoramaenergetico.com** (emissions)

1.4.4. PROGRAMES DE CàLCUL

- **DpClima versió 1.3:** programa de càlcul de càrregues tèrmiques en edificis, desenvolupat per la Universitat de València, disponible a l'EPS.
- **Microsoft Excel:** programa que permet realitzar diferents càlculs i taules de càlcul.
- **Microsoft Word:** editor de text.



1.5. DEFINICIONS I ABREVIACIONS

1.5.1. DEFINICIONS

L'apartat de definicions s'ha dividit en els diferents apartats dels annexes per tal de facilitar la seva consulta.

1.5.1.1. Definicions en el càlcul de càrregues tèrmiques (apartat 2.1.1).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
OMA	Diferència entre la temperatura màxima de màximes i la temperatura mínima de mínimes.	$[^{\circ}C]$
OMD	Mitjana de la diferència entre la mitjana de temperatures màximes i la mitjana de temperatures mínimes mensuals dels mesos d'estiu (maig – setembre).	$[^{\circ}C]$

1.5.1.2. Definicions en el càlcul de l'energia necessària per calefacció i ACS (apartat 2.1.2).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
L_{CAL}	Càrrega tèrmica mensual de calefacció	$[MJ/mes]$
$U \cdot A$	Àrea de l'edifici multiplicat pel seu coeficient global de pèrdues.	$[W/^{\circ}C]$
DD	Nombre de graus-dia del mes.	$[^{\circ}C]$
Δt	Nombre de segons en un mes.	$[s/mes]$
L_{ACS}	Càrrega tèrmica mensual d'escalfament d'ACS.	$[MJ/mes]$
N_{dm}	Nombre de dies del mes.	$[dies/mes]$
ρ_{H_2O}	Densitat de l'aigua.	$[kg/L]$
Cp_{H_2O}	Calor específica de l'aigua.	$[kJ/kg \cdot ^{\circ}C]$
T_{ACS}	Temperatura de subministrament de l'ACS.	$[^{\circ}C]$
T_{xarxa}	Temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament.	$[^{\circ}C]$

**1.5.1.3. Definicions en el càlcul de l'energia solar incident (apartat 2.1.3).**

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
ϕ	Latitud geogràfica del lloc d'estudi.	[°]
γ	Azimut, orientació de la superfície objecte d'estudi respecte l'eix nord-sud de la Terra.	[°]
n	Dia característic del mes que es considera que rep la radiació mitjana de tot el mes.	-
β	Inclinació de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte el pla horitzontal.	[°]
δ	Declinació solar. Angle entre l'equador terrestre i el pla orbital Sol-Terra.	[°]
\bar{H}	Radiació solar sobre una superfície horitzontal.	[MJ/m ²]
\bar{K}_T	Índex de nuvolositat.	-
\bar{H}_T	Radiació solar sobre una superfície inclinada un angle β respecte l'horitzontal i orientada un angle γ respecte el sud.	[MJ/m ²]
\bar{R}	Quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal.	-
\bar{R}_b	Quocient entre la mitjana mensual de radiació directa sobre una superfície inclinada i una superfície horitzontal per cada mes.	-
ω_s	Angle horari.	[°]
ω'_s	Angle horari sobre una superfície inclinada.	[°]
\bar{H}_d	Radiació solar difusa.	[MJ/m ²]
ρ	Reflectància del sòl.	-
I_s	Irradiació solar mitjana sobre la superfície objecte d'estudi.	[W/m ²]
N_{dm}	Nombre de dies de cada mes.	[dies/mes]
N_{hs}	Nombre d'hores de Sol durant les quals la radiació solar incideix sobre una superfície.	[h/mes]

**1.5.1.4. Definicions en el càlcul del cabal del circuit primari (apartat 2.1.6).**

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
G_{fluid}	Cabal màssic del circuit primari.	$[kg/s \cdot m^2]$
$G_{vol,fluid}$	Cabal volumètric del circuit primari.	$[L/s \cdot m^2]$
ρ_f	Densitat del fluid caloportador.	$[kg/L]$

1.5.1.5. Definicions en la selecció del captador solar (apartat 2.1.7).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
η	Rendiment del captador solar.	-
$Q_{útil}$	Potència tèrmica que el col·lector transmet al fluid caloportador.	$[W]$
I_s	Irradiació solar mitjana sobre el col·lector.	$[W/m^2]$
A_c	Àrea o superfície útil de captació del col·lector	$[m^2]$
R	Rati cost/potència útil.	$[€/W]$
p_c	Cost unitari del col·lector.	$[€]$
$F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$	Factor de guany.	-
$-F_R \cdot U_L$	Coefficient global de pèrdues.	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
T_e	Temperatura d'entrada del fluid caloportador.	$[^\circ C]$
T_a	Temperatura ambient mitjana mensual.	$[^\circ C]$
K	Coefficient de correcció.	-
C_{pf}	Calor específica del fluid caloportador.	$[kJ/kg \cdot ^\circ C]$
G_{fluid}	Cabal màssic del circuit primari.	$[kg/s \cdot m^2]$

**1.5.1.6. Definicions en el càlcul del factor captador-bescanviador (apartat 2.1.9).**

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
$F_R \cdot U_L$	Factor de guany del captador.	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
ε	Eficiència del bescanviador.	-
C_{pf}	Calor específica del fluid caloportador.	$[kJ/kg \cdot ^\circ C]$
G_{fluid}	Cabal màssic del circuit primari.	$[kg/s \cdot m^2]$
F'_R/F_R	Factor captador-bescanviador.	-

1.5.1.7. Definicions en el càlcul de l'àrea de captació per calefacció (apartat 2.1.10).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
η	Rendiment del captador solar.	-
L_{CAL}	Càrrega tèrmica mensual de calefacció	$[MJ/mes]$
I_s	Irradiació solar mitjana sobre el col·lector.	$[W/m^2]$
A_c	Àrea o superfície útil total de captació.	$[m^2]$
Q_{TOT}	Energia solar útil total obtinguda durant el mes.	$[MJ/mes]$
L_{TOT}	Suma de càrregues tèrmiques del mes.	$[MJ/mes]$
E	Energia auxiliar total requerida durant el mes.	$[MJ/mes]$
ΔU	Intercanvi d'energia a la unitat d'emmagatzematge.	$[MJ/mes]$
Q_{CAL}	Energia solar útil obtinguda per calefacció durant el mes.	$[MJ/mes]$
f	Fracció de càrrega tèrmica mensual subministrada per l'energia solar.	-
Δt	Nombre de segons en un mes.	$[s/mes]$
T_{ref}	Temperatura de referència, fixada a 100°C.	$[^\circ C]$
$F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$	Factor de guany.	-
$F_R \cdot U_L$	Coeficient global de pèrdues.	$[W/m^2 \cdot ^\circ C]$
F'_R/F_R	Factor captador-bescanviador.	-
N_{dm}	Nombre de dies de cada mes.	$[dies/mes]$
T_a	Temperatura ambient mitjana mensual.	$[^\circ C]$



\bar{H}_T	Radiació solar sobre una superfície inclinada un angle β respecte l'horitzontal i orientada un angle γ respecte el sud.	$[MJ/m^2]$
X	Paràmetre adimensional de f .	-
Y	Paràmetre adimensional de f .	-
C_F	Cost fix.	$[€]$
n_c	Nombre de col·lectors solars.	-
p_c	Preu d'un col·lector solar.	$[€]$
$C_{V,i}$	Cost variable de l'any i .	$[€]$
p_e	Preu de l'energia convencional actualment.	$[€]$
p_{fix}	Quota fixa al mes actualment.	$[€]$
η_e	Rendiment del sistema d'escalfament convencional.	-
r_e	Inflació anual en el preu del combustible.	-
r_d	Interès del diner.	-
n	Període considerat per als càlculs, en anys.	$[anys]$
f_{ANUAL}	Fracció de càrrega tèrmica anual subministrada per l'energia solar.	-

1.5.1.8. Definicions en el càlcul de l'àrea de captació per ACS (apartat 2.1.11).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
η	Rendiment del captador solar.	-
L_{ACS}	Càrrega tèrmica mensual de ACS.	$[MJ/mes]$
I_s	Irradiació solar mitjana sobre el col·lector.	$[W/m^2]$
A_c	Àrea o superfície útil total de captació.	$[m^2]$
f	Fracció de càrrega tèrmica mensual subministrada per l'energia solar.	-
X	Paràmetre adimensional de f .	-
Y	Paràmetre adimensional de f .	-
X_C	Paràmetre corrector de X , adimensional de f .	-
Q_{ACS}	Energia solar útil obtinguda per ACS durant el mes.	$[MJ/mes]$
f_{ANUAL}	Fracció de càrrega tèrmica anual subministrada per l'energia solar.	-

**1.5.1.9. Definicions en la distribució dels captadors solars (apartat 2.1.12).**

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
d	Separació entre files de col·lectors.	[m]
k	Coeficient que depèn de la inclinació dels captadors.	-
h	Alçada del captador.	[m]

1.5.1.10. Definicions en la resistència estructural de la coberta (apartat 2.1.13).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
C_{captador}	Càrrega que suposen els captadors per m^2 .	[kN/m ²]
m_{captador}	Massa del captador solar ple de fluid caloportador.	[kg]
$A_{\text{recolzament}}$	Àrea de recolzament del captador.	[m ²]

1.5.1.11. Definicions en el càlcul del volum del dipòsit acumulador (apartat 2.1.14).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
$V_{\text{DipòsitAcumulador}}$	Volum del dipòsit acumulador.	[L]
$A_{c,ACS}$	Àrea de captació solar per ACS.	[m ²]
$S_{\text{intercanvi}}$	Superfície d'intercanvi de l'acumulador.	[m ²]

1.5.1.12. Definicions en el càlcul del volum del dipòsit d'inèrcia (apartat 2.1.15).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
$V_{\text{DipòsitInèrcia}}$	Volum del dipòsit d'inèrcia.	[L]
$A_{c,calefacció}$	Àrea de captació solar per calefacció	[m ²]

1.5.1.13. Definicions en el càlcul de la potència de la caldera (apartat 2.1.16).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
Q_{TOT}	Potència total per calefacció i ACS.	[W]
$Q_{\text{pèrdues}}$	Pèrdues de calor en les canonades.	[W]
a	Augment de potència per inèrcia.	-



1.5.1.14. Definicions del càlcul de pèrdues de càrrega en els col·lector solars (apartat 2.1.17).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
$\dot{m}_{\text{captador}}$	Cabal màssic que circula per cada captador.	$[\text{kg/s}]$
G_{fluid}	Cabal màssic de fluid circulant pel circuit primari per m^2 de captació.	$[\text{kg/s}\cdot\text{m}^2]$
A_c	Àrea de captació de cada col·lector solar.	$[\text{m}^2]$
C	Cabal volumètric per un captador.	$[\text{L/min}]$
ρ_f	Densitat del fluid caloportador.	$[\text{kg/m}^3]$
$G_{\text{vol,fluid}}$	Cabal volumètric per m^2 de captador solar.	$[\text{L/s}\cdot\text{m}^2]$

1.5.1.15. Definicions en dimensionament de les canonades (apartat 2.1.18).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
D_i	Diàmetre interior de la canonada.	$[\text{m}]$
Q	Cabal volumètric circulant per la canonada.	$[\text{m}^3/\text{s}]$
V_{max}	Velocitat màxima a la que circula el fluid.	$[\text{m/s}]$
D_n	Diàmetre interior normalitzat de la canonada.	$[\text{m}]$

1.5.1.16. Definicions en el càlcul de les pèrdues de càrrega (apartat 2.1.19).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
H_r	Pèrdua de càrrega.	$[\text{mm.c.a}]$
L	Longitud de la canonada.	$[\text{m}]$
g	Acceleració de la gravetat.	$[\text{m/s}^2]$
f	Coefficient de fricció.	-
Q	Cabal volumètric.	$[\text{m}^3/\text{s}]$
Re	Nombre de Reynolds.	-
μ	Viscositat cinemàtica.	$[\text{Pa}\cdot\text{s}]$
ρ	Densitat del líquid.	$[\text{kg/m}^3]$



d	Diàmetre interior de la canonada.	$[m]$
v	Velocitat del fluid dins de la canonada.	$[m/s]$
\dot{m}	Cabal màssic circulant per la canonada.	$[kg/s]$
ε	Rugositat de la canonada.	$[mm]$
$H_{r,contínues}$	Pèrdues de càrrega contínues.	$[mm.c.a]$
L_E	Longitud equivalent de canonada.	$[m]$
$H_{r,singular}$	Pèrdues de càrrega singulars.	$[mm.c.a]$
L_{SP}	Longitud equivalent del serpentí de bescanvi.	$[m]$
S_b	Superfície de bescanvi del serpentí.	$[m^2]$
d_{SP}	Diàmetre del serpentí de bescanvi.	$[m]$
$H_{r,TOTAL}$	Pèrdues de càrrega totals.	$[mm.c.a]$

1.5.1.17. Definicions en el càlcul del vas d'expansió (apartat 2.1.21).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
C_e	Coefficient d'expansió de l'aigua a una certa temperatura.	-
T	Temperatura de l'aigua.	$[^{\circ}C]$
T_{max}	Temperatura màxima del sistema.	$[^{\circ}C]$
T_{min}	Temperatura mínima del sistema.	$[^{\circ}C]$
β	Coefficient de dilatació volumètrica del fluid.	$[^{\circ}C^{-1}]$
ΔV	Increment de volum degut a l'expansió tèrmica d'un fluid.	$[L]$
V	Volum de fluid contingut inicialment en la instal·lació.	$[L]$
ρ_1	Densitat del fluid en el punt 1 del diagrama.	$[kg/m^3]$
ρ_2	Densitat del fluid en el punt 2 del diagrama.	$[kg/m^3]$
T_1	Temperatura del fluid en el punt 1 del diagrama.	$[^{\circ}C]$
T_2	Temperatura del fluid en el punt 2 del diagrama.	$[^{\circ}C]$
f_a^{VOL}	Fracció volumètrica d'aigua.	-
f_p^{VOL}	Fracció volumètrica de propilenglicol.	-

**1.5.1.18. Definicions en el càlcul de l'aïllament de les canonades (apartat 2.1.25).**

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
e	Espessor mínim d'aïllament.	[m]
e_{ref}	Espessor mínim d'aïllament de referència.	[m]
d_i	Diàmetre interior de l'aïllament, igual al diàmetre exterior de la canonada, en m.	[m]
λ	Conductivitat tèrmica a 20°C de l'aïllament.	[W/m·°C]
λ_{ref}	Conductivitat tèrmica de referència.	[W/m·°C]
$e_{instal·lat}$	Espessor d'aïllament instal·lat.	[m]

1.5.1.19. Definicions en l'estudi de viabilitat econòmica (apartat 2.1.21).

SÍMBOL	DEFINICIÓ	UNITATS
B	Benefici net.	[€]
A	Estalvi anual en el cost del combustible.	[€]
M	Cost del manteniment.	[€]
C	Cost de la inversió.	[€]
e_d	Interès del diner.	-
i	Valor de la inflació anual.	-
c	Increment dels preus dels combustibles cada any.	-
t	Nombre d'anys considerats.	[anys]
A_{ACS}	Estalvi econòmic en gas natural destinat a l'ACS.	[€]
$A_{calefacció}$	Estalvieconòmic en gas natural destinat a la calefacció.	[€]
A	Estalvi econòmic total en gas natural.	[€]
$Q_{TOTAL,ANUAL}$	Energia anual estalviada.	[kWh]
p_{fix}	Terme fix mensual del preu de l'energia.	[€]
p_e	Preu de l'energia.	[€/kWh]
η_e	Rendiment de la caldera.	-

1.5.2. ABREVIATURES

ACS: Aigua Calenta Sanitària.

ASHRAE: American Association of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Associació Americana d'Enginyers de Calefacció, Refrigeració i Aire Condicionat.

CENSOLAR: Centro de estudios de la energía solar.

CTE: Codi tècnic de l'edificació.

EER: Energy Efficiency Ratio, Factor de Rendiment Energètic.

ICAEN: Institut Català d'Energia.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

ITE: Instrucción Técnica Complementaria.

ISO: Organització Internacional d'Estandarització.

IVA: Impost sobre el Valor Afegit.

NBE-CT: Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios.

NIA: Normas básicas para las instalaciones interiores de suministros de Agua.

ODP: Ozone Destruction Potential, Potencial de Destrucció de l'Ozó.

PCI: Poder Calorífico Inferior.

PER: Primary Energy Ratio, Rendiment d'Energia Primària.

pH: Índex que indica l'acidesa d'una substància.

RITE: Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.

TEP: Tona Equivalent de Petroli.

UNE: Una Norma Española.



1.6. REQUISITS DE DISSENY

En aquest capítol de la memòria es descriuran les bases i dades de partida establertes inicialment per a la realització del projecte.

Aquestes s'han dividit en apartats: els requisits generals del projecte, la descripció arquitectònica de la casa unifamiliar prefabricada, i les càrregues tèrmiques.

1.6.1. REQUISITS GENERALS DEL PROJECTE

La instal·lació haurà de ser adient per la vivenda en qüestió, garantint el confort i la qualitat de vida dels seus ocupants, i, a l'hivern, proporcionar una part de la demanda energètica que, tècnicament i econòmicament, pugui produir el conjunt de col·lectors solars al sistema de calefacció per reduir el consum i les despeses que aquest genera, i produir un estalvi anual de combustible que sigui susceptible de compensar la inversió inicial. Caldrà un sistema de recolzament, l'element central del qual serà una caldera de gas natural.

En el disseny de la instal·lació es considera un nombre de 4 habitants. Caldrà tenir en compte el document d'estalvi d'energia del CTE, així com l'ordenança solar a Lleida, i d'altres reglaments i normatives, tant en el disseny com en l'execució de la instal·lació.

Cal dissenyar un sistema que proporcionï almenys el 60% de l'energia necessària per a l'ACS, a una temperatura de subministrament de 60°C i considerant un consum de 30 litres per persona i dia, tots aquests paràmetres segons el document bàsic d'estalvi d'energia del CTE.

Durant els mesos d'hivern, en que la instal·lació conta amb major nombre de captadors, després de satisfer les necessitats d'ACS, es destinarà la restant energia per cobrir una part de les necessitats energètiques de calefacció. Per conèixer la necessitat energètica de calefacció de l'habitatge caldrà seguir la normativa del RITE i del CTE. Finalitzada la temporada d'hivern, la instal·lació patirà un "canvi de temporada" en els seus elements, per tal de reduir l'energia obtinguda, evitant el sobreescalfament que produirien els col·lectors després de satisfer la demanda energètica per ACS.

1.6.2. DESCRIPCIÓ ARQUITECTÒNICA DE L'HABITATGE

La casa sobre la que es realitza la instal·lació solar tèrmica d'aquest projecte, és una vivenda modular unifamiliar, dissenyada per Prefabricats Pujol.

L'orientació serà est, és a dir, la façana principal s'orienta cap a l'est de manera que la coberta més ampla quedarà orientada cap al sud per tal d'optimitzar les condicions solars. Les façanes de la casa es poden veure a la Figura 1.4.

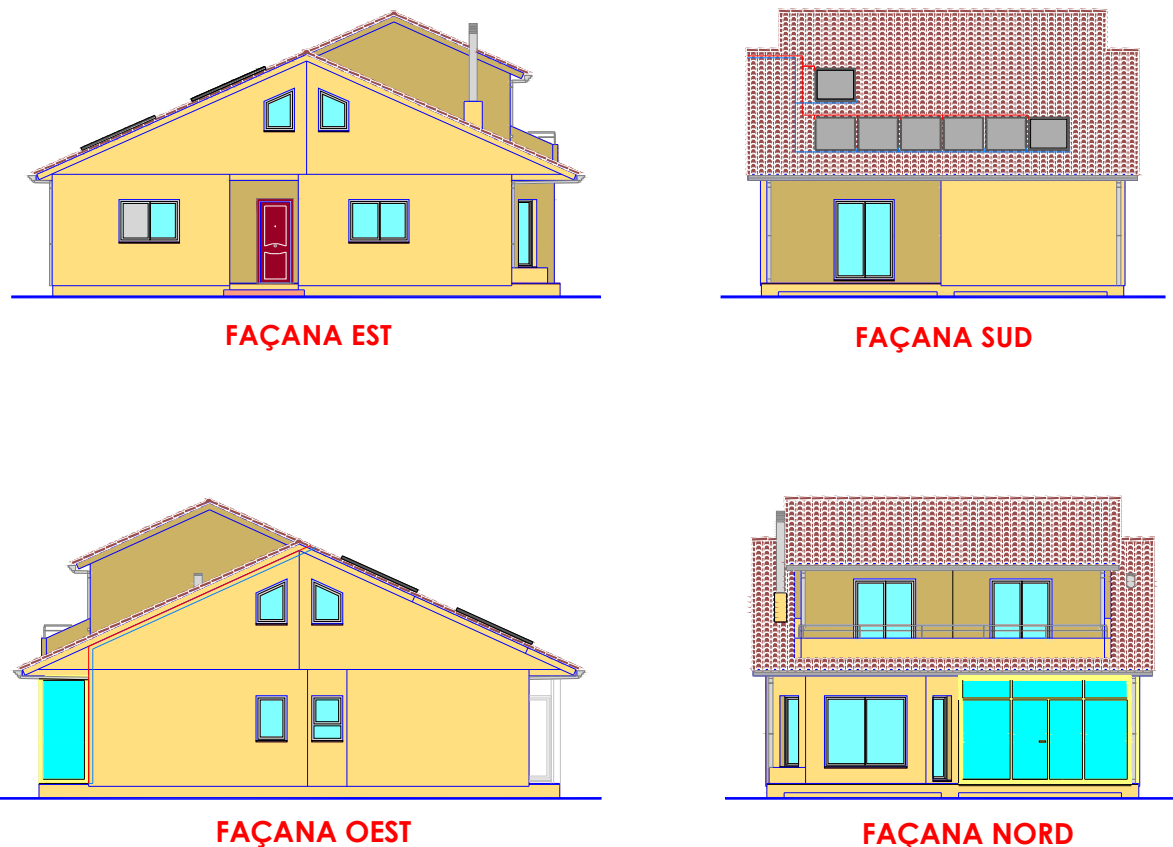


Fig. 1.4. Vistes de les façanes de la casa.

L'edifici consta de dues plantes: planta baixa i primera planta. Superfícies, acotacions, distribucions etc. es poden apreciar més clarament al plànols, apartat 3 del projecte. De tota manera, a la Taula 1.3 es mostren les superfícies totals i útils de la casa.

Els accessos a l'habitatge són a peu pla. Aquests accessos a la casa són a través de la porta principal, a la façana Est, i també a través del jardí pel menjador o per la cuina i per la terrassa del dormitori 1.

**Taula 1.3. Quadre de superfícies de la casa.**

		SUPERFÍCIES CONSTRUÏDES				SUPERFÍCIES ÚTILS			
Planta	Ús		Terrasses	Porxo	TOTAL		Terrasses	Porxo	TOTAL
Baixa	Vivenda	98,51	6,54	1,22	106,27	84,59	6,54	1,22	92,35
Primera	Vivenda	67,03			67,03	49,96			49,96
TOTAL SUPERF.		173,30				142,31			

La distribució de les estances a cada planta serà la següent:

❖ Planta baixa:

- Rebedor: Situat a la vessant est de la casa, dona a la façana principal, és l'entrada de la casa, i comunica totes les estances de la planta baixa, i amb les escales d'accés a la primera planta.
- Menjador/Sala d'estar: Situat a la cantonada est-nord, la seva funció es combinada de menjador i sala d'estar. Té grans finestrals que donen accés al jardí, de 1,00x1,50m, 0,7x1,70m, 0,75x2,00m, i 2,00x1,70. Té accés al rebedor i a la cuina.
- Cuina: Situada a la cantonada oest-nord, comunica amb el menjador i el rebedor. Al seu interior es troba el rentador. Dóna accés directe a la terrassa tancada en la que se situarà part de la instal·lació (dipòsits i caldera). Disposa de la ventilació necessària en un local d'aquestes característiques. En ella, les funcions bàsiques a realitzar seran l'elaboració d'àpats, menjador i albergar electrodomèstics.
- Rentador: Dintre de la cuina, serà l'espai on se situaran la rentadors, elements de neteja, etc. Disposa d'una finestra de 0,75x1m. Està situat en la vessant oest de la casa.
- Dormitori 1: Situat a la cantonada oest-sud, té accés a una petita terrassa que dona directament al jardí a través d'un finestral de 1,5x2m. Està pensada per ser una habitació doble, i està destinada al descans.
- Dormitori 2: Situat a la cantonada est-sud, té una finestra de 1,5x1m que dona al jardí. S'accedeix a ell pel rebedor. Habitació simple, destinada al descans.



- Bany 1: Situat a la vessant sud de la casa, disposa de ventilació a través d'una finestra de 0,75x1m. S'accedeix a ell pel rebedor i es situa entre els 2 dormitoris. Disposa dels serveis: rentamans, water, bidet i banyera.
- ❖ Planta primera:
 - Escala: Situada a la vessant oest de la casa, s'accedeix a elles pel rebedor de la planta baixa i acaben al distribuïdor de la primera planta. Tenen dos finestres, una a la planta baixa i una altra a la primera planta, de 0,75x1m, aproximadament.
 - Distribuïdor: Permet l'accés a totes les dependències de la primera planta.
 - Dormitori 3: Situat a la cantonada oest-nord de la primera planta, sobre la cuina aproximadament, aquest té accés a una terrassa a través d'un finestral de 1,5x2m. Disposa de bany propi al seu interior. Habitació doble, destinada al descans.
 - Dormitori 4: Situat a la cantonada est-nord de la casa, també té accés a la terrassa a través d'un finestral de 1,5x2m. Es situa aproximadament sobre el menjador. Habitació simple, destinada al descans.
 - Despatx: Situat a la vessant oest de la casa, aquest disposa d'una finestra d'aproximadament 0,75x1m. La seva funció es la de sala d'estudi i treball.
 - Bany 2: Situat a la vessant est de la casa, aquest disposa d'una finestra d'aproximadament 0,75x1m. Disposa dels serveis: rentamans, water, bidet i dutxa.
 - Bany 3: Situat dins el dormitori 3, disposa de ventilació a través d'una finestra de 0,75x1m, que dona a la vessant oest de la casa. Disposa dels serveis: rentamans, water i dutxa.
 - A la primera planta també es pot trobar un espai, al que s'accedeix també pel distribuïdor, que queda sota la coberta sud de la casa, és a dir, a la vessant sud de la mateixa, que té les funcions de golfes o traster, tenint la característica de que al ser un espai sota sostre, aquest té una pendent de 24°.

A la Taula 1.4. es pot veure un resum de superfícies de cada estança de la casa.

**Taula 1.4. Resum de superfícies de cada estança de la casa.**

Planta	Dependència	Superfície (m ²)	Alçada (m)	Volum (m ³)	Ús
Baixa	Rebedor	9,49	2,50	23,73	Distribució cap a les altres dependències.
	Menjador	25,91	2,50	64,78	Sala d'estar i menjador.
	Cuina	12,31	2,50	30,78	Elaborar àpats, allotjar electrodomèstics
	Rentador	3,77	2,50	9,43	Allotjar la rentadora, productes
	Dormitori 1	11,51	2,50	28,78	Habitació doble
	Dormitori 2	10,54	2,50	26,35	Habitació simple
	Bany 1	6,56	2,50	16,40	Serveis: rentamans, vàter, bidet i banyera
Primera	Escala	4,50	-	0	Comunicar les 2 plantes
	Distribuïdor	6,14	2,50	15,35	Distribució cap a les altres dependències
	Dormitori 3	14,79	2,50	36,98	Habitació doble
	Dormitori 4	11,15	2,50	27,88	Habitació simple
	Despatx	7,93	2,50	19,83	Sala d'estudi i treball
	Bany 2	5,69	2,50	14,23	Serveis: rentamans, vàter, bidet i dutxa
	Bany 3	4,26	2,50	10,65	Serveis: rentamans, vàter i dutxa

Normes urbanístiques:

L'emplaçament serà pertanyent a Zona Urbana, qualificada com Zona de cases aïllades d'acord amb les normes subsidiàries de Planejament aprovades definitivament per la Comissió Provincial d'Urbanisme de Lleida:

- Front mínim de parcel·la: 15 m
- Fondària mínima de parcel·la: 15 m
- Tipus d'ordenació: Aïllada



- Índex d'edificabilitat net: $0,50 \text{ m}^2/\text{m}^2\text{s}$
- Ocupació màxima: 30 %
- Alçada reguladora màxima: 6,00 m
- Nombre màxim de plantes: PB+1PP
- Índex d'edificabilitat net auxiliar: $0,05 \text{ m}^2/\text{m}^2\text{s}$
- Alçada reguladora màxima edificació auxiliar: 2,50 m
- Separació al front de parcel·la: 5,00 m
- Separació al fons de parcel·la: 3,00 m
- Separació als laterals de parcel·la: 3,00 m
- Pendent de coberta: S'haurà de situar dins el pla límit teòric del 30% a comptar des de la barbacana.
- Material coberta: Teula ceràmica colors vermells o ocre o teula de formigó imitant textura i color.
- Usos admesos: Habitatge i els supeditats a l'habitatge.

Estructura:

El sistema constructiu és a base d'elements prefabricats de formigó:

- Pilars de secció variable.
- Jàsseres prefabricades de seccions i geometria variable, segons sol·licitacions.
- Parets de tancaments prefabricades de formigó de 16 cm.
- Sostres a base de plaques armades alleugerides de 16 cm de gruix, amb capa de compressió "in situ" de 5cm de gruix i malla electrosoldada de $15 \times 15 \times 5$. La unió de les plaques es farà mitjançant el formigonat "in situ" dels senos.

El formigó armat tindrà una resistència mínima a compressió de 250 kg/cm^2 , que haurà d'assolir-se al vint-i-vuitè dia de la seva posta en obra, de manera que al setè dia ja s'hagi obtingut, almenys, el 65% de la resistència sol·licitada. La docilitat corresponent al formigó en obra serà tova. La grandària màxima de l'àrid serà 15 i 25 mm.

L'acer per a l'armat del formigó serà en forma de rodons corrugats de qualitat B500S, amb límit elàstic 510 N/mm^2 .



Fonaments:

El sistema de fonamentació, tot i que caldrà tenir en compte les condicions del terreny final sobre el que s'implantarà la casa, es pot considerar que serà un sistema de sabates aïllades damunt del nivell restant, on caldrà aplicar un estudi geotècnic per saber la tensió màxima admissible a considerar. Les sabates es disposaran sobre la superfície neta i horitzontal de la rasa o pou i seran reblertes amb formigó, amb armat d'acer.

Coberta:

La coberta serà inclinada a dos aigües, i es cobrirà amb teula de color vermell damunt del sostre inclinat de plaques armades alleugerides. La canal que recollirà les aigües serà de xapa d'acer galvanitzat. És procedirà al seu trasdossat amb plaques de cartró-guix de 13 mm de gruix, fixada mitjançant una estructura d'acer galvanitzat. En aquest trasdossat és col·locarà l'aïllament tèrmic.

La coberta plana transitable, terrassa, amb barrera de vapor de làmina de polipropilè, pendents amb argila expandida abocada en sec, capa de protecció de morter, impermeabilitzant amb làmina LBM(SBS)-40-FV+FP, col·locada sobre làmina separadora de feltre de polipropilè i acabat de terrat amb paviment format per rajola de gres extruït, sense esmaltar. Disposarà de juntes perimetrals de dilatació que quedaran amagades pel sòcol perimetral.

Tancaments Exteriors:

Les parets de les façanes s'executaran amb parets prefabricades de formigó de 16 cm de gruix, i trasdossats de plaques de cartró-guix de 15 mm de gruix, fixada a la paret mitjançant estructura d'acer galvanitzat, deixant un espai de 46 mm, reblert amb l'aïllament de llana de roca o similar de 40 mm de gruix.

Tancaments Interiors:

Les divisories interiors amb envans de dues plaques de cartró-guix de 15 mm, amb cambra de 46 mm, reblerta de llana de roca acústica o similar, amb gruix total de 76 mm. En els banys i cuines aquestes peces seran especials contra la humitat.



Revestiments:

Els paraments interiors dels banys i cuina es revestiran fins al sostre amb rajola ceràmica esmaltada, col·locades amb ciment cola. La pintura interior, tant a les parets com als sostres, serà pintura plàstica amb acabat llis, amb una capa de fons diluïda i dues d'acabat. La pintura sobre els elements metàl·lics exteriors serà a l'esmalt sintètic, amb una capa d'imprimació i dues capes d'acabat. Els paraments exteriors de les façanes es pintaran amb una capa d'imprimació fixadora i pintura tipus Rebetón o similar. Les juntes entre elements prefabricats quedaran vistes i es segellaran amb massilla acrílica o similar per les dues cares.

Paviments:

El paviment interior de la vivenda amb gres de 45x45 cm, en tot el perímetre anirà protegit amb sòcol del mateix material de 7 cm d'alçada. Disposarà de juntes perimetrals de dilatació que quedaran amagades pel sòcol perimetral. És col·locarà amb ciment cola damunt la capa de compressió.

Els esglaons de les escales, de pedra natural granítica, de dues peces, frontal i estesa de 2 cm de gruix, col·locat amb ciment cola. El sòcol del mateix material de 7 cm d'alçada.

El paviment exterior de les terrasses mitjançant gres de 30x30. Els esglaons amb peces especials del mateix material similar al de les terrasses.

Tancaments Practicables:

Fusteria exterior d'alumini lacat blanc, sense pont tèrmic, sobre bastiment de base. Vidres de tipus d'aïllant amb dues llunes incolores de 4 i 6 mm de gruix i cambra d'aire de 8 mm. Persianes enrotllables d'alumini de lamel·les amb aïllament de 50 mm d'alçària.

La porta d'entrada de fusta de cedre o similar, per envernissar, de 45 mm de gruix, rebaixada amb plafons i estructura interior de fusta de 80 cm d'amplada, i 200 cm d'alçada, amb ferramentat i tancament de seguretat, anirà equipada amb pany i clau i es col·locarà sobre bastiment de base.



Les portes interiors, de fusta de cirerer o similar, de 35 mm de gruix, de cares llises i estructura interior de fusta de 70 cm d'amplada i 200 cm d'alçada, premarc i folrat del mateix amb tapa i tapajunt, equipades amb dispositiu d'accionament tipus maneta.

La barana del balcó de la terrassa, amb passamà, de perfils metàl·lics i massissos.

Xarxa de sanejament:

La xarxa de sanejament horitzontal es resoldrà amb col·lectors de PVC, amb un mínim de D 160 mm i pendent mínima del 2%. A la sortida de la xarxa es col·locarà una arqueta sifònica. La vertical es resoldrà amb baixants de PVC de D 110 mm, i es col·locaran amb les peces especials i elements de subjecció que siguin necessàries per la instal·lació. Les que hagin de quedar vistes seran d'acer galvanitzat.

Els desguassos dels lavabos seran de D 40 mm i els inodors de D 110 mm, tots proveïts de sifó. Les arquetes de peu i de pas seran segons les mides assenyalades als plànols i lliscades interiorment.

Instal·lacions:

Instal·lació elèctrica:

La instal·lació elèctrica interior complirà les normes bàsiques. La vivenda disposarà d'una potència elèctrica de 9.200 W corresponent al nivell d'ELECTRIFICACIÓ ELEVADA. Es disposaran dels aparells de protecció i distribució corresponents, qualitat i model dels mecanismes sèrie Simon 75 marfil referència 31. L'instal·lador efectuarà la instal·lació d'acord amb les prescripcions i normes de la companyia distribuïdora.

Instal·lació de fontaneria:

Aquest subministraments abastarà la conducció d'aigua freda i calenta. La conducció d'aigua freda per l'abastament dels lavabos, aigüeres, inodors, banyeres, safareig i rentadora, etc. La conducció d'aigua calenta abastarà els mateixos aparells exceptuant els inodors i rentadores. Tota la instal·lació d'ambdues aigües anirà encastada, amb tub de PVC, amb les seccions necessàries d'acord amb els cabals d'ús normal per a cada



punt, segons el tipus d'aparell a abastar, aplicant-hi en cada cas el coeficient de simultaneïtat apropiat.

Als serveis higiènics, es col·locaran claus de pas que independitzin tant la xarxa de l'aigua calenta com de la freda.

Els aparells sanitaris Roca model Dama o similar de color blanc, el safareig de gres esmaltat brillant. La griferia monomando model MC-9 plus CR o similar.

• Instal·lació de calefacció:

El sistema de calefacció dissenyat inicialment per aquestes vivendes modulars és elèctric amb endolls per la instal·lació de radiadors elèctrics monofàsics de 230 V de tensió, muntats superficialment. En aquest projecte, si es vol aprofitar part de l'energia subministrada pels captadors solars, aquest sistema no convindria. Després del disseny de la instal·lació solar tèrmica, tot i que el càlcul i dimensionat del sistema de calefacció no es dintre de l'abast d'aquest projecte, es recomanaria un sistema de terra radiant.

• Comunicacions:

El porter electrònic per la vivenda tindrà placa, alimentador, obreportes i un telèfon.

Es dotarà a l'habitatge de la infraestructura de radiofusió , televisió (RTV) i telefonia bàsica (TB), composta per punt d'entrada a l'edifici amb dos conductes de 40 mm. Registre d'accés d'usuari de 200*200*120 mm i canalització interior de 18 mm amb registres de pas cada canvi de direcció fins als punts de presa de radiofusió i televisió. S'instal·laran com a mínim quatre punts de presa de radiotelevisió i presa de telefonia en cada dormitori. Tots ells tindran una presa de corrent a menys de 60 cm. L'antena composta per mànstil, antena FM, UHF i VHS, mesclador i amplificador.

• Equipament:

Es preveu la instal·lació de mobles de cuina de cares llises de tauler de fusta xapada amb fòrmica. Mostrador de pedra granítica nacional de 2 cm de gruix, aigüera d'acer inoxidable amb griferia monomando i subministre dels següents electrodomèstics: forn, placa de cocció i campana extractora.



■ Accions en l'edificació:

En el disseny i càlcul de la casa, s'han considerat les següents accions en l'edificació, segons la norma bàsica NBE-AE-88:

● Accions gravitatòries:

■ Pesos propis i càrregues permanents:

Murs de fàbrica de totxo:

massís	18,00 kN/m ³
calat	15,00 kN/m ³
buit	12,00 kN/m ³

Formigó:

armat	25,00 kN/m ³
armat alleugerit	20,00 kN/m ³
en massa	23,00 kN/m ³

Paviments:

hidràulic/ceràmic	0,80 kN/m ²
terratzo	0,80 kN/m ²

Materials de coberta:

teula corba	0,60 kN/m ²
tauler de rajoles	1,00 kN/m ²

Materials de construcció:

sorra	15,00 kN/m ³
ciment	16,00 kN/m ³

■ Càrregues lineals considerades:

Tancaments de formigó armat alleugerit, 16cm de gruix,
d'alçada fins 2,80m

11,20 kN/ml

Envans de cartró-guix i estructura d'acer de 76cm de gruix,
d'alçada fins 2,80m, 3m.

1,50 kN/ml

■ Càrregues superfícials considerades:

SOSTRE TIPUS: Placa armada alleugerida, 16+5cm de cantell, 240cm d'amplada.

Pes propi: 4,00 kN/m²

Càrregues permanents: 1,80 kN/m²

Sobrecàrrega d'ús: 2,00 kN/m²

Càrrega Total: 7,80 kN/m²

SOSTRE COBERTA: Placa armada alleugerida, 16cm de cantell, 240cm d'amplada.

Pes propi: 2,80 kN/m²



Càrregues permanents: $0,60 \text{ kN/m}^2$

Sobrecàrrega d'ús i neu: $1,50 \text{ kN/m}^2$

Càrrega Total: $4,90 \text{ kN/m}^2$

• Accions del vent:

Situació topogràfica: Normal

Alçada de coronació de l'edifici: $0 < h < 10$

Pressió dinàmica W: 75 kg/m^2

Coeficients eòlics: $C1 = +0,8$ i $C2 = -0,4$.

Factor eòlic d'esveltesa K: 1

• Accions sísmiques:

Segons criteris d'aplicació de la Norma de Construcció Sismo resistent NCSR-02.

Depèn de l'emplaçament concret.

• Accions tèrmiques:

Donat que l'edifici no presenta una longitud superior a la prevista a l'article 6.1 de la NBE-AE88, no precisa juntes de dilatació.

1.6.3. CÀRREGUES TÈRMiques DE L'HABITATGE

La càrrega tèrmica de l'habitatge és aquella quantitat de calor que s'ha de transmetre a cada estança de la casa o al conjunt d'estances, per tal de conservar l'aire interior a una determinada temperatura. Evidentment, aquesta quantitat de calor ha de ser equivalent a la que cada estança, o la casa en conjunt, perd a través dels tancaments.

Així a la Taula 1.5, es mostra el recull de les càrregues tèrmiques de cada estança de la casa per tal de conèixer quina és la potència de calefacció necessària per la casa. Aquesta ha sigut calcula a l'apartat 2.1 dels annexes, amb el programa DpClima.

A més, a la Taula 1.6 poden observar-se els càlculs realitzats a l'apartat 2.1.2 dels annexes, on s'ha calculat l'energia consumida mensualment per abastar calefacció i ACS.

**Taula 1.5. Resum de càrregues tèrmiques per cada dependència.**

Local	Superfície (m ²)	Càrrega calefacció	
		W	W/m ²
Rebedor	9,49	1.113	117
Menjador	25,91	3.067	118
Cuina	12,31	1.486	121
Rentador	3,77	-	-
Dormitori 1	11,51	1.536	133
Dormitori 2	10,54	1.369	130
Bany 1	6,56	1.176	179
Escala	4,50	-	-
Distribuïdor	6,14	805	131
Dormitori 3	14,79	2.113	143
Dormitori 4	11,15	1.739	156
Despatx	7,93	1.039	131
Bany 2	5,69	1.074	189
Bany 3	4,26	799	188

Taula 1.6. Energia total de calefacció i ACS.

Mes	Calefacció (MJ)	ACS (MJ)	Total (MJ)
Gener	26.945	856,5	27.801,5
Febrer	16.606	759,5	17.365,5
Març	14.069	809,7	14.878,7
Abril	6.468	753,5	7.222,5
Maig	0	763,0	763,0
Juny	0	723,3	723,3
Juliol	0	731,9	731,9
Agost	0	747,5	747,5
Setembre	0	738,4	738,4
Octubre	3.676	778,6	4.455,6
Novembre	15.126	783,6	15.909,6
Desembre	27.131	856,5	27.987,5
TOTAL	119.323 MJ/any		



1.7. ANÀLISI DE SOLUCIONS

1.7.1. CAPTADORS SOLARS

El captador o col·lector solar és l'encarregat de captar la radiació solar i convertir-la en energia calorífica. L'energia solar arriba al captador en forma d'ona electromagnètica, que va escalfant-lo, alhora que pateix pèrdues de calor per conducció, convecció i radiació. Les pèrdues augmenten amb la temperatura, fins que s'arriba a un punt d'equilibri en què l'energia captada és igual a les pèrdues i en conseqüència el cos ja no s'escalfa més.

A l'actualitat existeixen tres grans grups de captadors solars en funció de la temperatura a la que són capaços d'escalfar el fluid:

- Baixa temperatura ($<100^{\circ}\text{C}$): captador pla, de tubs de buit, de polipropilè, etc.
- Mitja temperatura ($100\text{-}400^{\circ}\text{C}$): cilíndric-parabòlics.
- Alta temperatura ($> 400^{\circ}\text{C}$): heliostats o els discs parabòlics.

Parts indispensables d'un captador solar:

- Superfície captadora o absorbidora: part més important, rep l'energia solar.
- Coberta transparent: redueix les pèrdues per convecció i reflexió.
- Aïllament tèrmic: redueix les pèrdues per conducció.
- Carcassa: fa de suport de l'estructura.

A continuació es descriuen els tipus més importants de captadors de baixa temperatura, ja que la instal·lació centre d'aquest projecte pertany a aquest rang.

1.7.1.1 El col·lector pla

És el tipus més comú, i el més adient i utilitzat per aconseguir aprofitar la radiació solar per escalfar aigua o aire a baixa i mitja temperatura. El seu funcionament està basat en l'efecte hivernacle: la major part de la radiació solar incideix sobre una placa absorbent fosca, per obtenir el màxim índex d'absorció i el mínim de reflexió, aprofitant al màxim l'energia dels raigs del Sol i minimitzant les pèrdues.

Part d'aquesta energia absorbida es transforma en energia tèrmica i es transfereix a un fluid que circula a través del col·lector per un serpenti de tubs de coure soldat a la placa absorbidora, mentre que l'altra es perd, veure Figura 1.5. Aquesta energia aprofitada s'anomena energia útil del col·lector, i és emmagatzemada o usada directament.

Els captadors estan protegits per un cristall molt resistent i amb baix contingut en ferro per a tenir el màxim índex de transparència i reduir les pèrdues per reflexió i absorció.

Tot el conjunt està perfectament aïllat, amb poliuretà o fibra de vidre, per a reduir al màxim les pèrdues per conducció.

Cal esmentar que el fluid que circula per dintre del serpenti és una mescla aigua-anticongelant, protegint així al captador de possibles gelades.

Ser el tipus de captadors més utilitzats garanteix un gran coneixement per part dels instal·ladors, però necessiten un manteniment constant. Les seves principals aplicacions són per produir aigua calenta sanitària i calefacció.

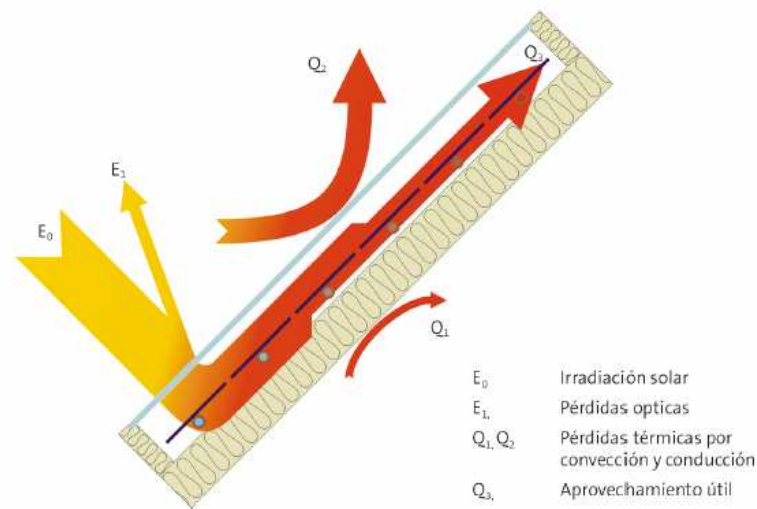


Fig. 1.5. Aprofitament de la captació solar tèrmica

Les parts fonamentals del captador pla es poden veure indicades a la Figura 1.6.

- 1- Carcassa:** element que suporta la resta dels elements i dóna rigidesa i estanqueïtat. Normalment és metàl·lica.
- 2- Junta d'estanqueïtat:** permet l'estanqueïtat del captador en relació amb la coberta i la carcassa, i són de cautxú o silicona.

- 3- **Coberta transparent:** la placa absorbent, al incrementar la seva temperatura, emet radiació infraroja. La finalitat de la coberta, posada al damunt de la placa absorbent, és reduir les pèrdues energètiques produïdes per aquesta radiació. És important que la coberta sigui opaca a la radiació infraroja i transparent a la radiació solar. El material més utilitzat per la seva fabricació és el vidre, i el plàstic per ser més econòmic.
- 4- **Aïllant:** en el fons i en les parets laterals del pannell, té la funció de reduir les pèrdues de calor. En la part superior del col·lector es col·loquen una o més cobertes transparents amb aire entre elles, que actuen també com a aïllant.
- 5- **Superfície o placa absorbent:** la seva finalitat és captar la major part de la radiació solar possible i transmetre-la posteriorment en forma d'energia tèrmica al fluid que circula pel panell. És important que aquesta superfície absorbent estigui pintada de color negre o amb pintura selectiva.
- 6- **Conductes o tubs:** pels conductes hi circula el fluid al que es transfereix l'energia absorbida per la placa. S'utilitzen conductes en el cas de que el fluid sigui aire, i tubs si és líquid, en aquest cas a les zones on les temperatures poden baixar dels 0°C, és important posar una mescla d'anticongelant-aigua, per evitar la congelació.

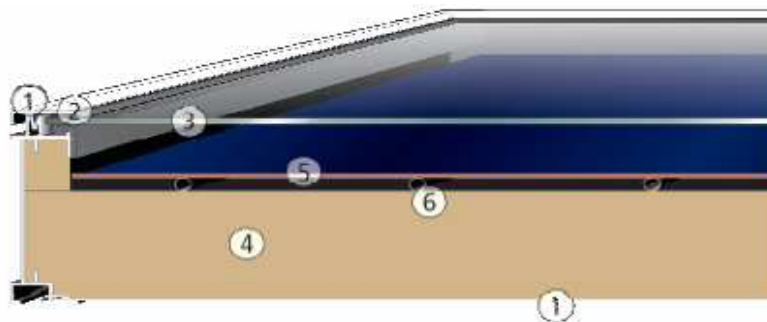


Fig. 1.6. Parts d'un col·lector pla

1.7.1.2. Col·lector de tubs de buit

En aquests captadors es fa el buit en l'espai que queda entre el vidre protector i la superfície absorbent, aconseguint eliminar les pèrdues per convecció interna, ja que no hi ha aire que pugui transferir-les, i augmentant la temperatura de treball i el rendiment.

La forma d'aquests captadors és cilíndrica, el que permet efectuar millor el buit al seu interior. Permeten la integració de concentradors cilíndrico-parabòlics (CPC) amb el que s'aconsegueix millorar el rendiment durant les estacions en que els raigs solars no incideixen en l'angle òptim.

S'integren perfectament a l'arquitectura, adaptant-se millor en aquells casos on no poden col·locar-se a la inclinació o orientació òptimes, on els captadors plans tindrien molt poc rendiment.

Les pèrdues en aquest tipus de captadors són mínimes fins i tot amb temperatures ambient molt baixes i s'aconsegueixen temperatures del fluid elevades. El seu cost és més elevat i poden tenir problemes per mantenir el buit. Un exemple a la Figura 1.7.

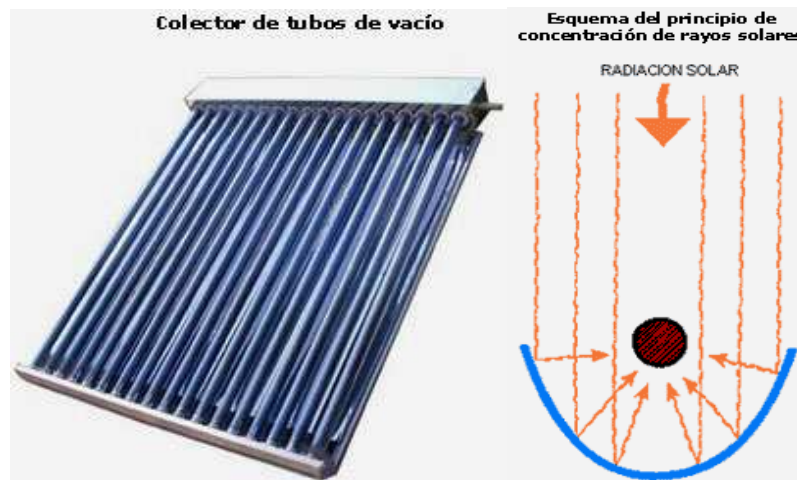


Fig. 1.7. Col·lector solar de tubs de buit i principi de funcionament.

1.7.1.3 Col·lector termosifònic

Per estalviar al màxim en la producció d'aigua calenta sanitària, els equips termosifònics no consumeixen energia elèctrica, ja que funcionen sense bomba.

Aquests equips funcionen per gravetat. El sol escalfa el fluid del seu interior, augmentant-ne la temperatura tot disminuint la seva densitat, i flueix cap a la part superior, deixant que el fluid més fred ocupi el seu lloc per a escalfar-se. Un exemple d'aquest tipus de captador es pot veure a la Figura 1.8.

Alhora de disminuir el consum energètic d'un habitatge, converteix als equips en autònoms: segueixen funcionant encara que el sistema elèctric falli. Aquest fet fa molt atractiva la seva aplicació en aquells llocs remots on no arriba la xarxa elèctrica, podent-se produir aigua calenta encara que el generador elèctric estigui desconnectat.



Fig. 1.8. Col·lector termosifònic.

1.7.2. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR

Com ja s'ha esmentat abans, per al tipus d'instal·lació solar que es dissenya en aquest projecte cal escollir un col·lector solar de baixa temperatura, i d'entre els diferents tipus la millor solució és el captador pla.

Dels diversos tipus de captador pla que hi ha al mercat, per escollir el millor s'han tingut en compte factors com: el rendiment tèrmic, la superfície útil de captació, el cost econòmic i la garantia. El cost econòmic influeix en forma de Rati cost/potència.

A l'apartat 2.1.7 dels annexes es pot veure desglossat tot el procediment de càlcul de paràmetres i selecció del col·lector pla entre 9 possibles models.

1.7.3. CONNEXIÓ DELS CAPTADORS

És molt important el tipus de connexió referida al camp de captació d'una instal·lació solar tèrmica, és un dels aspectes més important a definir. Existeixen dues tipologies bàsiques per agrupar dos o més captadors: en *sèrie* o en *paral·lel*. A més, es pot configurar un camp de captació combinant les dues configuracions.

1.7.3.1. Connexió en sèrie

Consisteix en connectar la sortida del primer col·lector directament amb l'entrada del següent, i així consecutivament, Figura 1.9. Aquest tipus de connexió es caracteritza per que la temperatura del fluid d'entrada en cada captador és superior a la del col·lector precedent, de manera que a la sortida de la bateria o grup de captadors s'obtenen temperatures més altes que si es treballés amb el salt tèrmic d'un sol col·lector.

Aquest tipus de connexió presenta l'inconvenient que el rendiment dels col·lectors va disminuint proporcionalment amb l'augment de la temperatura de treball. Per tant, aquest tipus de connexió no s'acostuma a utilitzar.

En les següents figures, T_1 , T_2 i T_3 , indiquen la temperatura de l'aigua a la sortida de cada captador.

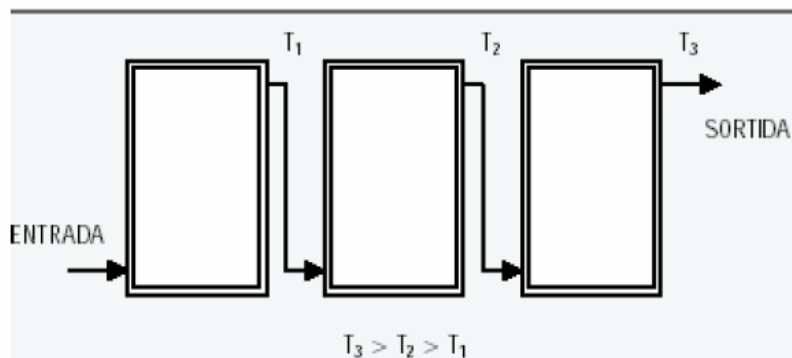


Fig. 1.9. Esquema d'una bateria de col·lectors connectats en sèrie.

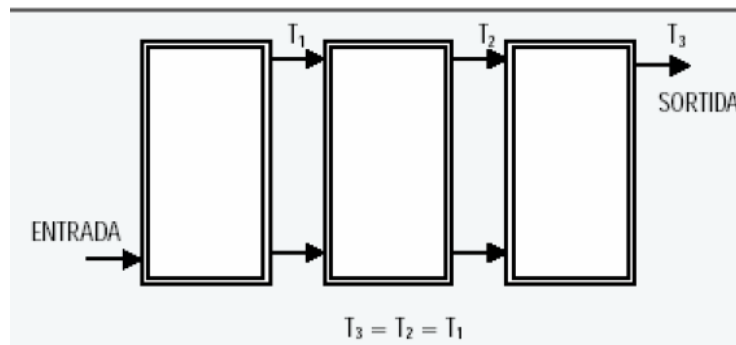


Fig. 1.10. Esquema d'una bateria de col·lectors connectats en paral·lel.



1.7.3.2. Connexió en paral·lel

En la connexió en paral·lel, tant l'entrada com la sortida dels captadors estan connectades a punts d'entrada i sortida comuns a la resta dels col·lectors, Figura 1.10.

En aquesta configuració, la temperatura del fluid d'entrada i de sortida, és la mateixa en tots el captadors, i per tant tots els captadors treballen en el mateix punt de la corba de rendiment.

1.7.4. SELECCIÓ DEL TIPUS DE CONNEXIÓ DELS CAPTADORS

Els captadors de la instal·lació objecte d'aquest projecte, es connectaran en paral·lel, segons l'indicat a la ITE 10.1.3 del RITE, com es pot observar més detingudament a l'apartat 2.1.12 dels annexes, referit a la disposició dels captadors, i per ser el tipus de connexió que resulta ser més eficient i rendible.

Es connectaran 7 captadors solars en paral·lel distribuïts en dos files, connectades a la vegada en paral·lel, de 6 i 1 captadors respectivament. Seguint el recomanat al punt 3.3.2.2 del document HE 4 del CTE, el retorn dels captadors serà invertit per tal de facilitar l'equilibrat de la instal·lació.

S'instal·laran a la teulada sud de la casa, i en conseqüència, com el dipòsit acumulador no podrà estar situat per sobre dels captadors, la circulació serà forçada.

Es decideix, també, utilitzar un circuit tancat per evitar que al circular l'aigua de consum pels captador s'originin problemes de corrosió i d'incrustacions calcàries en els tubs, i per altra banda, per què a l'hivern si l'aigua dels captadors fos la de consum, aquesta es podria congelar.

1.7.5. TIPUS D'ACUMULADORS

L'acumulador és l'element de la instal·lació on s'emmagatzema l'energia tèrmica, produïda pel camp solar, en forma d'augment de la temperatura d'un fluid. Actua, doncs, com una "bateria" que permet independitzar el subministre de calor solar del consum, ja que el perfil temporal de l'entrada d'energia no acostuma a correspondre

amb el consum energètic, i així doncs, permet utilitzar l'aigua calenta en qualsevol moment del dia independentment del nivell instantani de radiació solar. A la Figura 1.11 es pot veure esquemàticament un acumulador.

Els requisits que s'exigeixen a un acumulador són els següents:

- Alt calor específic del medi d'acumulació.
- Pèrdues tèrmiques baixes (bon aïllament).
- Bona estratificació de temperatures a l'acumulador.
- Bona resistència a la corrosió.
- Llarga vida útil (d'aproximadament 25 anys).
- Baix cost i fàcil disponibilitat.
- Ha de ser capaç de suportar les pressions i temperatures de treball previstes.
- Tanc i medi d'acumulació han de tenir bones propietats mediambientals i higièniques, i complir la normativa al respecte.

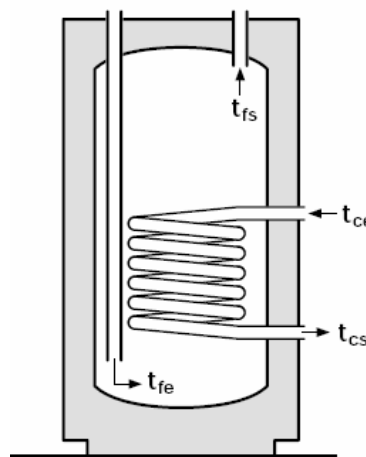


Fig. 1.11. Dipòsit acumulador.

Un acumulador és un dipòsit equipat amb una sèrie de preses laterals per a la seva connexió a la xarxa de subministrament, consum d'aigua i col·locació d'altres elements com termòmetres, termòstats, ànodes de protecció, etc. La superfície exterior del dipòsit incorpora un folre d'aïllament tèrmic per evitar les pèrdues de calor cap a l'exterior.

A l'hora d'instal·lar l'acumulador ideal, cal tenir en compte la qualitat de l'aigua i la temperatura de treball, degut a que la seva relació amb el problemes de corrosió.



Els **acumuladors d'aigua calenta sanitària** han de complir les normes d'higiene exigides per les normatives vigents. A més l'acumulador ha de ser resistent a la corrosió, donada la presència d'oxigen a l'aigua potable.

Els **acumuladors d'inèrcia** s'utilitzen en grans sistemes solars destinats al calentament d'aigua sanitària o al recolzament de la calefacció. Com aquests sistemes requereixen relativament grans volums d'acumulació, es sol separar el medi d'acumulació de l'aigua sanitària, per motius d'higiene.

1.7.5.1. Tipologies d'acumuladors en funció de la posició

Acumuladors verticals:

La posició vertical és la més comú en les instal·lacions solars tèrmiques, i la més recomanable, ja que afavoreix l'estratificació de l'aigua, acumulant-se la més calenta a la part superior i la més freda a la part inferior del dipòsit. Això permet donar un subministrament instantani d'aigua a la temperatura de servei sense que tot el dipòsit estigui a aquesta temperatura. També permet l'aportació de calor de suport amb fonts energètiques convencionals sense generar una pèrdua de rendiment en l'equip solar.

Acumuladors horitzontals:

Predomina la dimensió paral·lela al terra respecte a l'alçada del dipòsit i és la més emprada en els següents casos:

- Equips solars compactes per termosifó, permet millor integració arquitectònica.
- Grans acumuladors i/o dipòsits d'inèrcia de més de 4.000 litres, donada la millor distribució de càrregues sobre la superfície de suport.
- Llocs amb dificultat d'espai on la dimensió limitant és l'alçada.

En aquesta posició l'aigua no té capacitat d'estratificar-se per temperatura com en els acumuladors verticals, per lo que no es pot disposar d'una capa superior d'aigua a la temperatura d'utilització fins que tot el dipòsit ha estat escalfat. Cal tenir en compte aquest fet a l'hora de seleccionar i connectar el dipòsit amb els sistemes auxiliars.



1.7.5.2. Classificació dels acumuladors en funció del material de fabricació

• Acumuladors d'acer vitrificat:

L'acer vitrificat s'utilitza amb freqüència per protegir els acumuladors contra la corrosió interior. L'esmalt (un tipus de vidre) es fon sobre l'acer. Com es inevitable l'aparició de petits defectes al material, l'esmalt conté petites partícules de magnesi i altres materials anòdics a manera de protecció catòdica contra la corrosió.

Els acumuladors d'acer vitrificat es poden fabricar fàcil i econòmicament, i, a pesar d'això, l'acumulador s'ha de protegir contra impactes durant el seu transport a fi de que la capa protectora no sofreixi danys.

• Acumuladors d'acer revestits de plàstic:

Aquest tipus de protecció anticorrosiva avarca revestiments de plàstics durs, termoplàstics, sent més econòmics que l'acer vitrificat, encara que es fiqui en dubte la seva resistència a llarg plaç.

Els termoplàstics en particular, estan certificats solament per una temperatura de 85°C i no han de ser exposats a un gradient tèrmic superior als 10 K a la paret revestida. Això els fa inadequats per utilitzar-se en acumuladors previstos de bescanviadors interns.

• Acumuladors d'acer inoxidable:

Són acumuladors relativament inerts a la corrosió, degut al seu alt contingut de níquel i crom. A pesar d'això, les connexions soldades d'acer inoxidable poden arribar a corroïonar-se amb altes concentracions de clor, però si se'n tenen en compte les concentracions de permissibles, l'acer inoxidable resulta ser un material molt durador, encara que més car que qualsevol material revestit de plàstic o vitrificat.

1.7.5.3. Aïllament de l'acumulador

L'aïllament tèrmic de l'acumulador té per objectiu evitar la pèrdua de calor donada la diferència de temperatures existent entre l'aigua acumulada (45-60°C) i la temperatura ambient, que sol ser de 10-12°C, ja que habitualment no es troba en un local calefactat.



El RITE marca uns espessors mínims d'aïllament per als acumuladors i dipòsits de la instal·lació, tot i que normalment ja venen amb aïllament de sèrie.

1.7.5.4. Tipus d'acumuladors en funció de la configuració del sistema d'escalfament

- ✿ **Acumulador d'ACS:** dipòsit per a l'emmagatzematge d'ACS. L'escalfament de l'aigua es produeix externament al dipòsit i aquest es destina únicament a emmagatzemar-la.
- ✿ **Acumulador-productor d'ACS:** dipòsit per a la producció i emmagatzematge. L'acumulació i el sobre escalfament de l'aigua es produeixen en el mateix dipòsit mitjançant el bescanviador de calor que porta incorporat. Es poden classificar en funció del tipus de bescanviador incorporat:
 - Acumulador-productor d'ACS amb bescanviador de doble pared
 - Acumulador-productor d'ACS amb bescanviador intern de serpenti
 - Acumulador-productor d'ACS amb bescanviador intern de doble serpenti

1.7.6. TIPUS D'INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA

1.7.6.1. Tipus de circuit

✿ **Circuit obert:**

L'aigua que circula pels captadors és utilitzada directament per a consum. No disposa de bescanviador i el seu ús està condicionat fonamentalment a la qualitat de l'aigua, per lo que cal instal·lar un sistema de tractament, i al tipus de captador. No s'acostumen a utilitzar, i si es fa, és en zones on no s'esperen gelades. Si es preveuen gelades es tindria que buidar la instal·lació. En la Figura 1.12. es mostra un esquema d'instal·lació amb circuit obert.

✿ **Circuit tancat (amb bescanviador):**

Està constituït per dos circuits bàsics: en el circuit *primari*, que està compost pels captadors solars, és on es produeix l'escalfament de l'aigua i on actua la bomba d'impulsió. El calor guanyat en els captadors, mitjançant un intercanviador, es cedeix al

circuit *secundari*, on l'aigua calenta s'emmagatzema en un dipòsit. En la Figura 1.13. es mostra un esquema d'instal·lació amb circuit tancat.

Per garantir el manteniment de les prestacions energètiques del captador solar al llarg del temps, es recomana la utilització de circuits tancats. La utilització de circuits oberts, amb renovació continuada de l'aigua que circula pels col·lectors, pot donar lloc a deposicions calcàries en les parets interiors dels tubs, reduint el seu rendiment energètic i escurçant la seva vida útil.

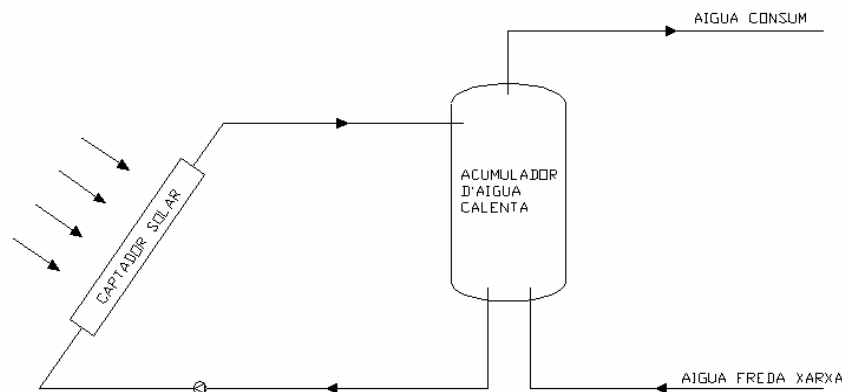


Fig. 1.12. Esquema d'instal·lació amb circuit obert.

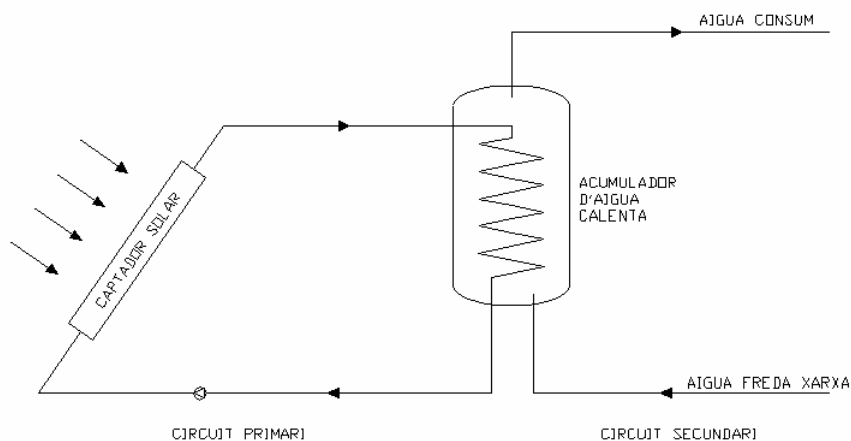


Figura 1.13: Esquema d'instal·lació amb circuit tancat.

1.7.6.2. Sistemes segons l'acumulació:

En la instal·lació d'aquest projecte cal tenir en compte que caldrà emmagatzemar aigua calenta sanitària i aigua calenta per al recolzament de calefacció. El sistema

d'acumulació, connexionat i distribució caldrà realitzar-lo d'acord a la normativa i reglamentació (CTE, RITE, etc.)

❁ Sistemes de dos acumuladors:

En instal·lacions solars tèrmiques destinades al calentament d'aigua sanitària i al recolzament de calefacció, el sistema més adient és complementar l'acumulador d'aigua sanitària amb un acumulador d'inèrcia per a calefacció, veure Figura 1.14.

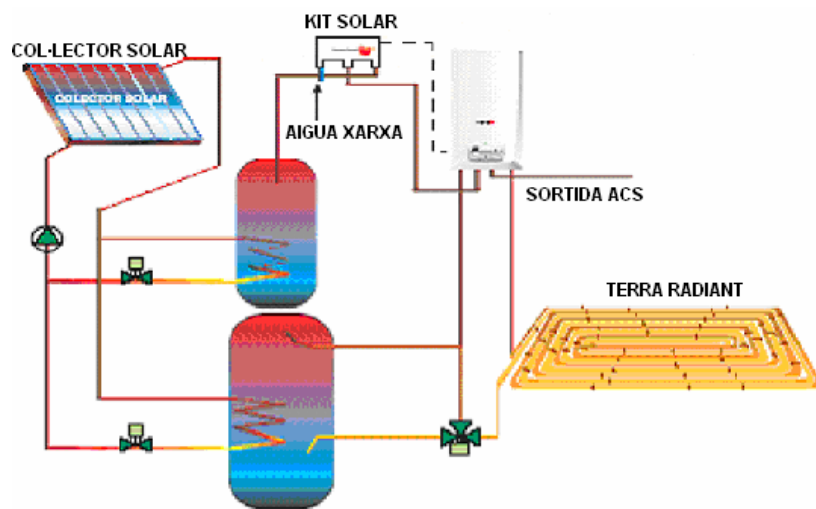


Fig. 1.14. Exemple d'instal·lació solar amb dos acumuladors: un acumulador d'ACS i un acumulador d'inèrcia.

La distribució cap a cada funcionalitat es fa al circuit primari, és a dir, abans de l'acumulació. Amb una vàlvula de zona motoritzada a l'entrada de cada circuit, s'alimenta un o altre dipòsit segons la prioritat establerta.

Cal tenir en compte que la superfície de captació necessària a l'hivern (ACS i calefacció) és molt més gran que a l'estiu (ACS), i que per tant s'ha de dissenyar la instal·lació de manera que l'energia sobrant produïda a l'estiu per l'excés de col·lectors, es dissipï d'alguna manera per evitar danys a la instal·lació.

Se sol donar prioritat a carregar primer l'acumulador d'aigua sanitària, i quan aquest arriba a la temperatura desitjada, es procedeix a omplir l'acumulador d'inèrcia realitzant un canvi de connexió mitjançant una vàlvula de tres vies en el circuit primari. D'acord

amb el sistema de control utilitzat, el cicle de càrrega torna a canviar de connexió fins l'acumulador d'ACS, al disminuir la temperatura en aquest per davall d'un cert valor.

❁ Sistemes d'acumuladors combinats:

Els acumuladors combinats es van desenvolupar per simplificar la construcció i el control de les instal·lacions, i reduir costos i espai de muntatge. En aquests sistemes, l'acumulador combinat es carrega a través del circuit primari, mitjançant l'ús d'un senzill control diferencial de temperatures.

En principi, els acumuladors combinats estan dividits en tres zones. En la zona solar, (part inferior i més freda), està col·locat el bescanviador solar. La part superior serveix de volum de disposició de servei d'ACS i s'escalfa pel sistema convencional en cas de que el nivell de temperatures subministrades per la instal·lació solar no sigui suficient. La zona intermèdia està destinada a la calefacció, i per al seu subministrament, l'acumulador es connecta amb el retorn del circuit d'aquesta, per on passa abans d'arribar a la caldera. Veure Figura 1.15.

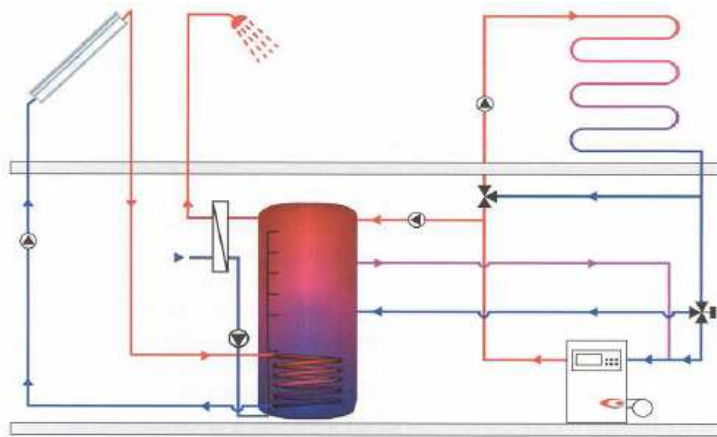


Fig. 1.15. Exemple d'instal·lació solar amb acumulador combinat.

1.7.7. SELECCIÓ DELS ACUMULADORS

El sistema combinat amb un únic dipòsit acumulador que permet donar servei a dues aplicacions (ACS i suport de calefacció), queda descartat, tenint en compte els paràmetres del nou CTE, on no es permet que l'aigua del circuit de calefacció sigui



escalfada per la caldera (sistema de suport) en el mateix dipòsit que l'ACS (encara que estiguin separats).

Pel mateix motiu, es descarten també els acumuladors de doble serpentí, un pertanyent al circuit primari i l'altre al circuit del sistema de suport o caldera.

El sistema escollit per a la instal·lació d'aquest projecte serà un sistema d'acumulació format per dos acumuladors, un acumulador d'ACS i un dipòsit d'inèrcia per a la calefacció. com a sistema d'acumulació. Els acumuladors seran de tipus vertical, afavorint l'estratificació de l'aigua, situant-se la més freda a la part inferior i la més calenta a la part superior.

Des dels acumuladors, l'aigua calenta passarà pel sistema de recolzament, la caldera, abans d'arribar al punt necessari de subministrament o de distribuir-se al circuit de calefacció.

El dimensionament dels acumuladors es pot veure detalladament a l'apartat 2.1.14 i 2.1.15 dels annexes.

Aquest sistema es pot observar de forma més esquemàtica al diagrama de principi, apartat 3, plànols.

1.7.8. VASOS D'EXPANSIÓ

L'escalfament de l'aigua pot provocar la seva dilatació i aquesta a la vegada pot originar la ruptura del circuit en algun punt. El vas d'expansió té per finalitat absorbir aquesta dilatació, contrarestant les variacions de volum i pressió que es poden produir.

Quan el fluid circulant pel circuit tancat augmenta de temperatura, es dilata, augmenta de volum i omple el vas d'expansió. Quan la temperatura descendeix, el fluid es contrau sortint del vas tornar al circuit.

La capacitat necessària del vas d'expansió depèn de la capacitat total del circuit, de la temperatura de l'aigua i de la pressió a la que es treballa. Aquesta capacitat varia en funció del tipus de vas emprat.



1.7.8.1. Vas d'expansió obert

S'utilitza en sistemes sense pressió i s'ha d'ubicar en la part superior, al costat de succió de la bomba per a que aquesta no empenyi el líquid fora del recipient quan arranca. El tanc obert funciona com un purgador i té contacte directe amb l'aire exterior, per tal motiu solament es pot muntar quan els captadors, serpentins i canonades estiguin fets de materials inoxidables.

Aquest tipus de vasos d'expansió tenen l'inconvenient de que es va perden volum de líquid degut a la seva evaporació. També és un punt de pèrdues tèrmiques.

1.7.8.2. Vas d'expansió tancat

Són d'ús més comú, ja que són els més pràctics i barats. Consten d'un recipient que té atrapat gas nitrogen separat del fluid caloportador per una membrana elàstica de cautxú, de forma que, al dilatar-se el fluid, es va comprimint el nitrogen fins quedar equilibrades les pressions, resultant la instal·lació pressuritzada. Aquest augment de pressió és important i ha d'oscil·lar des d'un mínim, sempre major que la pressió atmosfèrica, per evitar que entri aire a la instal·lació, fins a un màxim, marcat per la pressió de timbre del dipòsit o els captadors.

1.7.9. SELECCIÓ DEL VAS D'EXPANSIÓ

El vas d'expansió seleccionat per al circuit primari del sistema solar és de tipus tancat. Volum mínim i model escollit es detallen a l'apartat 2.1.21 dels annexes.

1.7.10. TIPUS DE CIRCULADORS

El circulador o bomba de recirculació, és l'element de la instal·lació solar tèrmica encarregat d'impulsar el fluid del circuit primari. L'objectiu de forçar aquesta circulació és transportar la calor des dels captadors solars fins al bescanviador, compensant les pèrdues de càrrega dels diferents accessoris que formen el circuit: canonades, vàlvules, derivacions, captadors i bescanviador.

El circulador esta constituir per dues parts diferenciades:



- ✦ Un cos hidràulic: alberga el rodet d'impulsió. Fabricat amb diferents materials (ferro fos, bronze o acer inoxidable), és el que defineix la seva aplicació.
- ✦ Un motor elèctric: fixat al cos hidràulic, acciona al rodet d'impulsió.

Totes dues parts formen un conjunt compacte, equipat amb les corresponents connexions elèctriques del motor i d'unió hidràulica a la canonada.

Una vegada la bomba comença a funcionar, el fluid del circuit banya l'eix del motor i els coixinets provocant la seva refrigeració i lubricació.

Una característica important que tenen els circuladors és la possibilitat de seleccionar diferents rangs de cabal, en funció de les pèrdues de càrrega, mitjançant un selector de velocitat que porten incorporat a la capsa de connexions del motor. Els circuladors amb regulació electrònica disposen d'un controlador electrònic de velocitat. Generalment, a les instal·lacions solars tèrmiques, el circuit primari té unes pèrdues de càrrega fixes, per tant, aquesta tipologia de bombes seria interessant per adaptar el cabal a la radiació disponible, encara que el seu cost és més elevat.

La bomba se sol col·locar a la línia de retorn, de bescanviadors a captadors, per evitar l'excessiu escalfament del fluid de la sortida de captadors. A les instal·lacions solars amb acumulació centralitzada s'ubica a la sala de màquines, juntament amb la resta d'equips i elements.

Resulta recomanable equipar-lo amb un manòmetre de pressió diferencial, que permeti comprovar les pressions manomètriques a les boques d'aspiració i impulsió de la bomba alhora d'obtenir el valor de pèrdua de càrrega real en el circuit primari.

Per tal de poder realitzar un canvi o reparació sense necessitat de buidar tot el circuit primari, cal col·locar dues vàlvules de tall a les connexions hidràuliques de l'aparell.

1.7.11. SELECCIÓ DEL CIRCULADOR

Per a l'elecció de la bomba de circulació que cal instal·lar al circuit primari de la instal·lació, s'ha tingut en compte que cal que permeti la circulació de fluid anticongelant, doncs la majoria d'elles estan preparades només per aigua



Els càlculs referents a la selecció de la bomba de circulació, així com el model escollit, es detallen a l'apartat 2.1.20. dels annexes.

1.7.12. FLUID CALOPORTADOR

El fluid caloportador és el fluid que passa per l'absorbidor, del que rep una certa quantitat d'energia que posteriorment transfereix a una altra part del sistema. A continuació es detallen els tipus més importants.

1.7.12.1. Aigua de xarxa

Pot utilitzar-se com a fluid caloportador en instal·lacions de tipus obert o tancat, però normalment és més comú en tipus obert. A l'hora de dissenyar el circuit, caldrà utilitzar materials pensats per a seva conducció i tenir en compte les característiques de l'aigua de xarxa la zona, ja que podria caler un descalcificador que en millori les propietats.

1.7.12.2. Mescla aigua-anticongelant

Aquest fluid protegeix el circuit primari del risc de congelació. El percentatge d'anticongelant a afegir a la barreja, se sol situar entre el 20- 40% en volum, depenent de les temperatures mínimes de la zona .

Els anticongelants més utilitzats en instal·lacions solars tèrmiques són l'etilenglicol i el propilenglicol.

No es convenient afegir més anticongelant del necessari ja que l'addició d'anticongelant modifica les propietats físiques de l'aigua:

- ✦ *Toxicitat:* els anticongelants solen ser tòxics en composició i per l'addició de productes inhibidors de la corrosió. Aquest fet impossibilita barrejar-los amb l'aigua de consum, introduint un bescanviador d'escalfor entre el circuit primari, on el fluid serà l'aigua amb anticongelant, i el secundari, on el fluid serà aigua de xarxa. Com normalment la pressió del circuit primari és inferior a la del secundari, de manera que en cas de ruptura l'aigua passa al circuit de l'anticongelant, i no al revès.



- ✦ *Viscositat*: al afegir anticongelant a l'aigua, n'augmenta la viscositat. Aquesta circumstància cal considerar-la en el càlcul de les pèrdues de càrrega de les instal·lacions i la potència de la bomba de circulació.
- ✦ *Dilatació*: el coeficient de dilatació de l'anticongelant és més alt que el de l'aigua. Aquesta circumstància cal tenir-la en compte per a dimensionar el vas d'expansió.
- ✦ *Estabilitat*: generalment la majoria dels anticongelants es degraden al assolir temperatures de l'ordre de 120°C, podent crear productes corrosius que obstrueixen les canonades i degraden progressivament els materials i elements del circuit.
- ✦ *Calor específic*: el calor específic de la barreja aigua-anticongelant és inferior al de l'aigua, i tindrà que tenir-se en compte en el càlcul del cabal necessari, que a la vegada condiciona el dimensionat de la canonada i la bomba de circulació.
- ✦ *Temperatura d'ebullició*: al barrejar anticongelant amb aigua s'aconsegueix elevar-ne lleugerament la temperatura d'ebullició, el que representa un efecte positiu.

1.7.12.3. Líquids orgànics

Els dos tipus de líquids orgànics són els sintètics i els derivats del petroli.

Si s'utilitzen aquest tipus de productes s'han de tenir les mateixes precaucions que en la barreja aigua-anticongelant, amb la diferència de que els fluids orgànics són inflamables, i químicament estables a altes temperatures.

El seu ús en instal·lacions solars tèrmiques de baixa temperatura està molt limitat pel seu elevat cost.

1.7.12.4. Olis de silicona

Aquest tipus de fluids són estables, es a dir, no es degraden a altes temperatures i no són inflamables. El seu principal inconvenient, a l'igual que en el fluids orgànics, és el seu elevat cost.



1.7.13. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR

El fluid caloportador que es creu més convenient d'utilitzar en el circuit primari de la instal·lació d'aquest projecte és aigua amb propilenglicol, amb un percentatge en volum del 35%. S'ha descartat l'ús d'aigua de xarxa pel risc de gelades i els olis de silicona i líquids orgànics pel seu alt cost, a més de que cal seguir les pautes establertes al document HE-4 d'estalvi d'energia del CTE.

Totes les dades referents a les propietats del fluid i paràmetres de càlcul es poden apreciar detalladament a l'apartat 2.1.5 dels annexes.

1.7.14. SISTEMA DE CALEFACCIÓ

La instal·lació de calefacció és aquella destinada a mantenir la temperatura ambient d'una estança a un nivell superior al que es troba la temperatura de l'entorn.

A l'hora d'escollir un sistema de calefacció cal tenir en compte una sèrie de factors que serviran per prendre la decisió adient:

- ✦ *La zona climàtica.* Si l'habitatge es troba en una zona freda necessitarà un sistema que mantingui la calor de forma constant. A més, si es tracta d'una zona on freqüentment hi ha nevades, caldrà preveure les possibles interrupcions de combustible per problemes d'accessibilitat dels camions de repartiment.

Si es troba en una zona càlida serà suficient un sistema que permeti arribar a la temperatura ideal de forma puntual, ja que així serà més econòmic.

- ✦ *Les necessitats de l'habitatge i de les persones que habiten.* Les dimensions de l'habitatge, la seva orientació, ús i la necessitat d'escalfar-la totalment o parcialment, són també factors determinants. Cal preveure l'espai disponible per a la situació del sistema, considerar si hi ha un sistema ja instal·lat a la habitatge, la necessitat de disposar d'aigua calenta, i l'ús previst de la instal·lació.
- ✦ *Font d'energia.* Per a consumir una font d'energia de subministrament continu, es necessari que l'habitatge estigui situat en una zona on hi hagi xarxa de distribució, i que disposi d'escomesa. Quan es tracti de sistemes que necessiten una font de



combustible a granel (bombones de butà, gas-oil, etc), caldrà conèixer el servei de repartiment, la freqüència de distribució i l'accessibilitat dels vehicles de transport a l'habitatge.

- ✦ *Instal·lació.* Cal analitzar les possibilitats tècniques, la inversió inicial i rendibilitat del seu ús posterior.
- ✦ *Tarifes.* Si s'opta per un combustible canalitzat, es podrà escollir la tarifa que millor s'adapti als hàbits de consum.
- ✦ *Manteniment.* Cal valorar el manteniment posterior que requerirà el sistema de calefacció que s'esculli, ja que es tractarà d'una despesa econòmica durant tota la seva vida útil. Totes les instal·lacions de calefacció, exceptuant la elèctrica, requereixen inspeccions periòdiques realitzades per empreses instal·ladores autoritzades.
- ✦ *Criteris ecològics i de seguretat.* La utilització de combustibles fòssils que produeixen gasos, olors i consum de recursos, resulta poc ecològic. A més, la necessitat d'emmagatzemar combustible, amb el consegüent risc d'explosions, fuges o focs cal considerar-la a l'hora d'escollir un sistema de calefacció.

1.7.14.1. La sensació tèrmica

Quan s'aconsegueix equilibrar el balanç tèrmic entre el cos i el ambient que ens envolta i la temperatura corporal roman constant, s'experimenta una sensació de benestar tèrmic, objectiu de la climatització artificial dels edificis. Aquesta sensació de benestar és subjectiva, ja que mai arriba a experimentar el 100% en un conjunt de persones, donant per bo aquest percentatge quan arriba fins a valors entre el 80 i el 90% dels ocupants d'un edifici o local.

La constància de la temperatura corporal s'aconsegueix mitjançant la igualació entre les tasses de dissipació de calor cap a l'entorn i la generació de calor dins de l'organisme, per això, la sensació tèrmica experimentada per un subjecte en un cert ambient, depèn no solament de les condicions ambientals, sinó també de l'activitat que desenvolupa, de la vestimenta e inclòs del subjecte considerat, de manera que dos subjectes diferents poden experimentar sensacions tèrmiques diferents en un mateix ambient.



1.7.14.2. Camps de benestar

A pesar de que el benestar tèrmic és una sensació totalment subjectiva i variable d'un individu a un altre, estudis estadístics realitzats sobre amplies mostres de població, han permès establir uns intervals de valors per la temperatura equivalent i la humitat absoluta del aire, que determinen el *camp de benestar* per un individu mig.

L'ASHRAE ha proposat un diagrama molt útil per a definir si una determinada combinació de temperatura i humitat relativa de l'aire es pot considerar com a confortable o no, Figura 1.16.

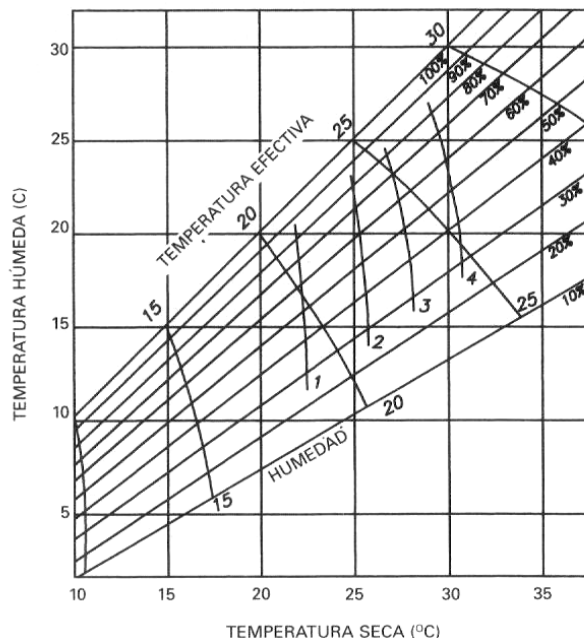


Fig. 1.16. Diagrama de confort de l'ASHRAE.

La temperatura que apareix en l'eix horitzontal del diagrama la temperatura seca, mesurada amb un termòmetre normal. En l'eix vertical es representa la temperatura humida, mesurada amb un termòmetre amb bulb humit. L'empertadura humida sempre és menor que la temperatura seca. Les línies diagonals indiquen els percentatges d'humitat i la temperatura efectiva, que és la temperatura de sensació deguda a la combinació de temperatura seca i humitat relativa de l'aire.

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación*, RITE, en la seva Instrucció Tècnica Complementària sobre condicions interiors, ITE.02.2.1 *Bienestar tèrmico*, diu:



“Les condicions interiors de disseny es fixaran en funció de l’activitat metabòlica de les persones i el seu grau de vestimenta, i en general estaran compreses entre els límits establerts a la Taula 1.7. El projectista podrà variar les condicions interiors indicades anteriorment depenent de l’ús dels locals.”

Taula 1.7. Condicions interiors de disseny de temperatura i humitat relativa.

Estació	T operativa °C	V mitjana aire m/s	Humitat relativa %
Estiu	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Hivern	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

En l’apartat 2.1.1. de l’annex, per al càlcul de la càrrega tèrmica de l’habitatge es tindran en compte aquestes dades.

1.7.14.3. Classificació dels sistemes de calefacció

a) Segons el medi utilitzat per a la distribució de la calor es pot distingir:

- Calefacció per aigua calenta
- Calefacció per vapor (a baixa o mitja pressió)
- Calefacció per aire calent
- Calefacció elèctrica

b) Segons l’àmbit d’utilització es pot distingir entre:

- *Calefacció unitària*: cada element és un generador de calor, és a dir, l’aparell calefactor és alhora productor de calor, distribuïdor i projector.
- *Calefacció individual*: instal·lacions no unitàries, la producció de calor és independent per a cada usuari.
- *Calefacció centralitzada*: la que la producció de calor es realitza centralment, distribuïnt-se a diversos subsistemes o equips terminals que actuen sobre les condicions ambientals de locals o zones diferents.
- *Calefacció col·lectiva*: instal·lacions centralitzades en les que la producció de calor serveix a un conjunt d’usuaris dins d’un mateix edifici.



- *Calefacció urbana o per barris*: la producció de calor és única per un conjunt d'usuaris que gaudeixen en una mateixa xarxa urbana. És una ampla instal·lació de calor centralitzada, que per mitjà d'una xarxa de canonades de llarg abast distribueix l'energia calorífica per a fer-la arribar fins al consumidor.
- c) Segons el tipus d'unitat terminal, entenent-se per tal l'equip receptor d'aire o aigua que actua sobre les condicions ambientals d'una zona condicionada, els més comuns són:
- Calefacció per radiadors
 - Calefacció per convectors
 - Calefacció per aerotermes
 - Calefacció per Fan-coils
 - Calefacció per terra radiant o sostre radiant
- d) Segons els combustibles que es cremen:
- Calefacció de carbó
 - Calefacció de gas natural
 - Calefacció de gasoil
 - Calefacció de llenya
 - Altres

1.7.14.4. Calefacció per aigua calenta

Els sistemes de calefacció per aigua calenta es basen en el transport d'energia calorífica amb medi de transport l'aigua escalfada, que circula entre els elements productors i emissors de calor, on es transfereix l'energia calorífica a l'ambient. Després de cedir una part de la seva calor als emissors, l'aigua torna al punt de partida mitjançant la xarxa de retorn i a més baixa temperatura. El mètode més utilitzat és aquell que aprofita la calor generada a la caldera per tal d'eleva la temperatura d'una massa d'aigua.

Modalitats:

- *Per gravetat*
- *Per circulació forçada mitjançant bomba*



⦿ **Sistemes de distribució:**

Es poden distingir dos maneres de realitzar la distribució d'aigua calenta als emissors:

- *Sistema monotubular*
- *Sistema bitubular*

⦿ **Components principals d'una instal·lació:**

- Caldera de calefacció
- Elements emissors de calor
- Bomba de circulació
- Dipòsit d'expansió
- Canonades

Caldera de calefacció

Element encarregat de generar la calor, segons el tipus de combustible que crema:

- *Calderes per a combustibles sòlids (carbó o llenya)*
- *Calderes per a combustibles líquids (gas-oil, gas propà o gas natural)*
- *Calderes elèctriques*
- *Calderes policombustibles (poden utilitzar combustibles alternatius)*

Les més utilitzades són les de gas i gas-oil, i es classifiquen en funció de les seves potències calorífiques. Habitualment, aquestes satisfan a la vegada les demandes d'ACS i calefacció d'edificis, i poden ser de dos tipus de materials:

- *Calderes de fosa, formades per elements de fosa gris.*
- *Calderes de xapa, fabricades amb xapa d'acer.*

La calor produïda al cremar-se el combustible es transfereix al fluid contingut a la caldera, habitualment aigua, essent llavors calderes d'aigua calenta.

L'element més important d'una caldera és el *cremador*, que té la finalitat de barrejar el combustible amb l'aire aportat i consumir la mescla per mitjà de foc. És aquesta combustió la que dona lloc a un desprendiment de calor. Els cremadors es classifiquen en funció del combustible que utilitzen, distingint entre dos grans tipus de cremadors:



- *Cremadors de combustibles sòlids*
- *Cremadors de combustibles gasosos*

Els cremadors de gas són els més adients per a calderes de gran potència. En ells s'ha de distingir el propi cremador, en el que es controla fonamentalment el pas d'aire comburent, i la línia de gas o dispositius que regulen la pressió i cabal de gas.

Elements emissors de calor

Els emissors de calor són aquells aparells o equips destinats a cedir a l'ambient d'un local o estança, el calor produït en el generador de calor que ha sigut distribuït per la xarxa de canonades de la instal·lació. Són els equips terminals d'una instal·lació de calefacció.

Canonades

Les canonades poden ser de diferents materials:

- *Canonades de ferro galvanitzat, roscades*
- *Canonades de ferro negre, roscades*
- *Canonades de coure - coure cru, rígid, desoxidat amb fòsfor, amb unions soldades a accessoris sempre de coure o llautó*
- *Canonades d'acer estirat*
- *Canonades de materials plàstics.*

Cal tenir en compte, que aquelles canonades situades a l'exterior i per les que circula aigua calenta, cal que vagin calorifugades. En cas contrari, suposa una gran pèrdua energètica per a la instal·lació.

1.7.14.5. Calefacció per terra radiant.

La calefacció per terra radiant es basa en la instal·lació de tubs de polietilè reticular sobre el forjat del terra, entre 3 i 5 cm per sota la superfície, amb una separació entre 10 i 30 cm entre ells. Per aquests tubs es fa circular aigua entre 35 i 45°C, aconseguint que

el terra es mantingui entre 20 i 28°C i l'ambient entre 18 i 22°C. El grau de confort que s'aconsegueix amb aquest tipus de calor és ideal.

A la Figura 1.17 es pot observar la corba de distribució de calor per diferents sistemes de calefacció, així com que el terra radiant es el sistema més proper a la calefacció ideal.

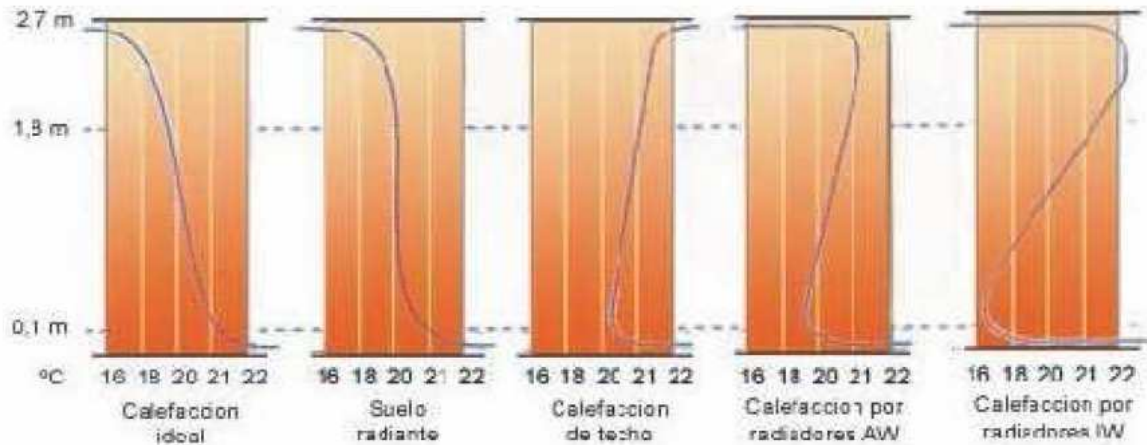


Fig. 1.17. Distribució de temperatures per cada tipus de calefacció.

El terra radiant es realitza sobre el forjat de la casa, afegint-li una placa de poliuretà expandit, disposat amb una forma especials per aconseguir una distribució idònia dels tubs de polietilè, i que a més dona una major consistència mecànica a la placa, com es pot veure a les Figura 1.18 i 1.19.

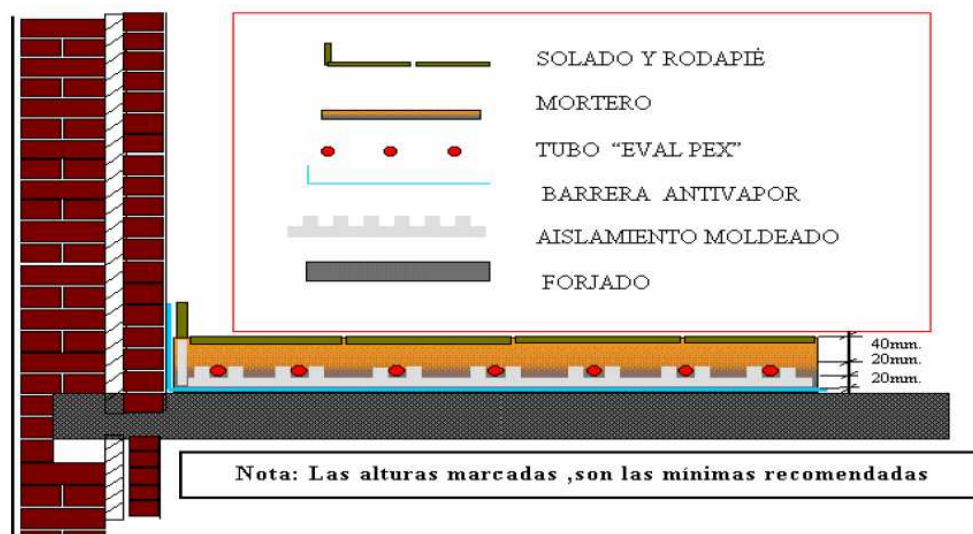


Fig. 1.18. Composició del terra radiant.

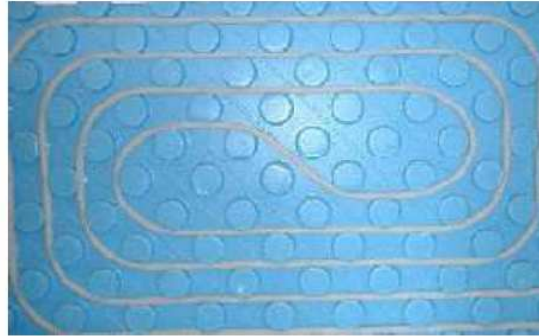


Fig. 1.19. Col·locació del tub de polietilè.

Aquesta capa, a més, té una capa plàstica a la part superior que fa de barrera de vapor amb la capa de formigó que després es tira. D'aquesta manera queda completament sanejada la part inferior de possibles condensacions.

A la paret lateral s'instal·la una tira perimetral a l'habitacle d'espuma de polietilè que permet absorbir les dilatacions que es produeixen a la placa de formigó al escalfar-se.

Els principals avantatges que presenta la calefacció per terra radiant són:

- És el sistema de calefacció que més s'aproxima al sistema ideal de calefacció. El cos rep una sensació de confort amb una temperatura ambient de 17-18°C, quan serien necessaris 20-21°C per a obtenir el mateix confort amb els altres sistemes de calefacció. Aquesta disminució de la temperatura ambient comporta un estalvi energètic de al voltant del 15% respecte altres sistemes de calefacció.
- En els locals calefactats per terra radiant la temperatura és molt uniforme, aconseguint-ne una repartició òptima.
- Compleix millor que cap altre sistema les condicions de benestar tèrmic establertes pel RITE.
- Al no escalfar l'aire, pràcticament no es modifica la humitat relativa.
- Descendeix la probabilitat d'agafar afeccions respiratòries.
- Pot ser molt baixa la diferència de temperatura del terra i l'ambient, i el moviment d'aire per convecció és pràcticament nul, el que facilita la no acumulació de calor a les parts altes de les estances.



- La calefacció per terra radiant a baixa temperatura, no embruta les parets ni ocupa espai, i permet una major versatilitat en decoració.
- El terra radiant actua com acumulador de calor, permetent consumir energia en hores de baix cost, a la vegada que es pot assegurar que tenint en funcionament el generador en funcionament durant 6-8 hores, es disposa de calefacció les 24 hores. Un cop fora de servei el generador, la temperatura de la placa de formigó descendeix entre 0,5 i 1°C per hora, segons l'aïllament de l'edifici.

1.7.15. SELECCIÓ DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓ.

Tot i que el disseny i càlcul del sistema de calefacció no entra dins de l'abast d'aquest projecte, es creu convenient escollir, o aconsellar, un sistema de calefacció per a la casa que s'adeqüi a la instal·lació solar tèrmica dissenyada.

El sistema de calefacció per terra radiant seria l'opció més vàlida, ja que es sol combinar amb sistemes de recolzament solar degut a que com es transmet més energia per radiació, disminueix el salt tèrmic que cal proporcionar a l'aire per les renovacions, obtenint així un important estalvi energètic, a la vegada que és el tipus de calefacció ideal, com ja s'ha vist a l'apartat anterior. L'únic inconvenient d'aquest sistema és que en cas de fuga, els treballs de reparació que suposen l'aixecament del terra.

La calefacció elèctrica, sistema de calefacció que es disposaria a la casa prefabricada original, sense tenir en compte el present projecte, encara que presenta molts avantatges, quedaria descartat davant la impossibilitat de combinar-ho amb la instal·lació solar.

En conclusió, es recomanaria un sistema de terra radiant com a sistema de calefacció per la casa prefabricada, combinat amb la instal·lació solar tèrmica dissenyada en el projecte, i amb sistema d'alimentació per caldera de gas.



1.8. RESULTATS FINALS

1.8.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

1.8.1.1. Descripció general

Es tracta d'un sistema d'ACS i recolzament de calefacció mitjançant energia solar tèrmica, en el que hi ha una caldera de gas natural per assegurar la potència tèrmica a l'hivern.

El dimensionat d'aquesta instal·lació permetrà proveir amb una bona cobertura el servei d'ACS durant tot l'any, a la vegada que servirà per donar suport a les necessitats de calefacció als mesos d'hivern (octubre-abril). Quan la temporada de calefacció arribarà al seu fi, el sistema patirà un "canvi de temporada" per evitar sobreescalfaments, serà convenient tapar els sis captadors dimensionats per a cobrir bàsicament la demanda de calefacció, deixant un únic captador per a la producció de l'energia necessària per ACS.

La instal·lació constarà, bàsicament, d'un circuit primari, on hi circularà la mescla anticongelant que escalfarà l'aigua del tanc d'ACS i l'aigua del dipòsit d'inèrcia, mitjançant els respectius serpentins de bescanvi. A més, cada dipòsit, ple d'aigua que arriba directament de xarxa, tindrà la seva sortida des d'on s'impulsarà l'aigua cap la caldera, on es reescalfarà l'aigua en cas necessari, quan no hagi assolit la temperatura de servei dins el tanc, i des d'on es distribuirà al consum d'ACS o circuit de calefacció.

Les instal·lacions, excepte els col·lectors solars, s'ubicaran a la terrassa de la cuina, tancada amb una estructura d'alumini i vidre.

El fet de que la instal·lació tingui dos finalitats, ACS i calefacció, fa que calgui establir prioritats. En primer lloc es dona prioritat a l'escalfament de l'acumulador solar d'ACS fins arribar a la temperatura de 60°C. Un cop assolida aquesta temperatura, el sistema solar injecta l'energia sobrant al dipòsit d'inèrcia del sistema de calefacció escalfant-lo fins a la temperatura adequada per al seu ús. Un cop assolida, el control de calefacció aprofita l'energia emmagatzemada al dipòsit per enviar-la als elements calefactors, (siguin quins siguin, tot i que en aquest projecte es recomanaria una instal·lació de terra



radiant) fins esgotar-la, moment en que es posa en marxa la caldera convencional aportant l'energia extra que necessita el sistema de calefacció.

Evidentment, la caldera pot funcionar o aturar-se segons la quantitat d'energia que hagi de subministrar i això està relacionat amb l'energia emmagatzemada al dipòsit d'inèrcia de calefacció. Si l'energia produïda pels captadors no fos suficient en algun moment donat per cobrir les necessitats d'ACS, el dipòsit acumulador d'ACS també es troba connectat amb la caldera podent actuar aquesta com a suport.

Si en algun moment es produís el cas que tant el sistema d'ACS com el de calefacció no poguessin absorbir tota la producció solar, entraria en marxa el dissipador d'escalfor instal·lat en la xarxa de col·lectors, actuant com a dissipador tèrmic dels captadors solars. D'aquesta manera s'evitarien problemes de sobreescalfament i les conseqüències desagradables que això comporta per als materials de la instal·lació.

1.8.1.2. *Emplaçament de la instal·lació*

El circuit de col·lectors solars s'instal·laran a la teulada sud, com s'observa a la Figura 1.20, però calia solucionar l'emplaçament d'elements com els dipòsits i la caldera ja que la casa unifamiliar prefabricada sobre la que se centra el projecte no té garatge.

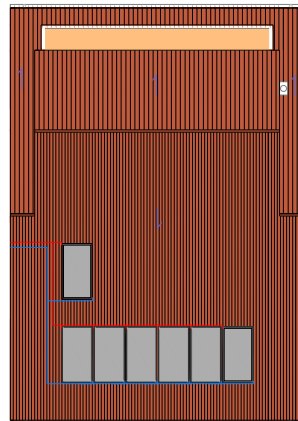


Fig. 1.20. ubicació dels col·lectors solars.

La decisió més adient ha resultat ubicar aquests elements a la terrassa de la cuina, que dona accés directament al jardí, per lo que caldria instal·lar-hi una estructura de

tancament d'alumini i vidre. Aquesta aprofitarà el sostre de la terrassa de la primera planta que cobreix la terrassa de la cuina, i l'estructura 3D es pot veure a la Figura 1.21.

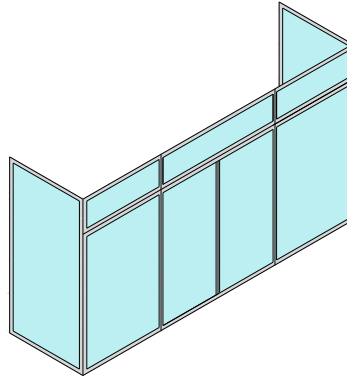


Fig. 1.21. Estructura de tancament.

L'estructura estarà composta per dos trams fixes laterals, i una part davantera composta per dos trams fixes amb sòcol i una porta de dues fulles, tot això d'alumini blanc amb vidre amb cambra de la sèrie SRPT/2000CO. Les mides necessàries es poden apreciar a l'apartat 3, Plànols.

1.8.1.3. Descripció del circuit primari

Els elements del circuit primari, tenen com objectiu principal aprofitar al màxim l'energia solar que arriba als captadors. Això s'aconsegueix mitjançant un circuit tancat per on hi flueix una barreja d'aigua amb anticongelant (propilenglicol).

El fluid caloportador, aigua amb anticongelant, s'impulsa amb una bomba de circulació fins als col·lectors solars, on la temperatura d'aquest augmentarà degut a la transmissió d'energia. Un cop calent (a uns 65°C) el fluid passarà pel serpentí del tanc d'ACS o bé pel serpentí del dipòsit d'inèrcia, o bé per tots dos, depenent de quines siguin les necessitats en els respectius dipòsits acumuladors. Els elements de regulació del circuit primari actuaran de manera que s'aprofiti al màxim l'energia solar i no es produeixin sobrepressions o temperatures excessivament elevades en el fluid.

El llistat d'elements presents als plànols, inclosos dins el circuit primari, es pot observar detalladament a la Taula 1.8.



Ja que a l'estiu no es necessita aigua calenta per a calefacció, el fluid del circuit solar no podrà circular pel serpentí del dipòsit d'inèrcia perquè es tancarà amb les corresponents vàlvules de tall (VT-13 i VT-14). Amb un captador serà suficient per garantir la cobertura solar d'ACS (veure apartat 2.1.11) i a la vegada es produiran menys pèrdues de càrrega en les canonades, disminuint així el consum elèctric de la bomba de circulació. S'ha considerat el període estival de l'1 de maig fins al 30 de setembre, i el període hivernal de l'1 d'octubre fins al 30 d'abril.

Taula 1.8. Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació.

CODI	Element	CODI	Element
CS	Col·lector solar	ET	Electrovàlvula de tres vies
B	Bomba de circulació	VR	Vàlvula antiretorn
CR	Centraleta de regulació	VE	Vàlvula d'equilibrat
M	Manòmetre	VP	Vàlvula reductora de pressió
E	Vas d'expansió	VS	Vàlvula de seguretat
P	Purgador d'aire dels col·lectors	VT	Vàlvula de tall
I	Sensor de radiació solar	VB	Vàlvula de buidat
T	Sonda de temperatura	F	Filtre
Ta	Sonda de temperatura ambient		

✚ **Captadors solars:**

⚙ **Marca i model:**

El captador escollit per la instal·lació, seran tots de la mateixa marca i model, serà de tipus pla, ja que amb un cost intermedi aconsegueix temperatures de treball suficientment elevades per a les necessitats requerides.

Com es pot veure a l'apartat 2.1.7 de l'annex, el captador seleccionat és el TAKAMA T2-INOX TRIDIMENSIONAL. Les seves dimensions es mostren en la Figura 1.. Components i característiques tècniques es mostren a continuació, i a la Taula 1.. Les dimensions es poden observar als plànols.

- Col·lector: Panell de 8 tubs verticals tipus "FLAT PIPE" de coure de 10 mm de diàmetre soldats a 2 tubs horitzontals de coure de 18 mm de diàmetre.



- Carcassa: Caixa d'acer inoxidable AISI 304 (0,6 mm) soldada i emplenada de silicona termoressistent per a la seva total estanqueïtat. Porta incorporat 4 abraçadors per a la seva fixació a l'estructura amb tolerància de dilatacions.
- Coberta: Vidre templat DURA SOLAR PRISMÀTIC de 4 mil·límetres de gruix i baix contingut en ferro.
- Superfície absorbidora: Xapa d'alumini amb 8 canals plans i 8266 semiesferes embotides que augmenten la superfície d'absorció fins a 2,59 m². Als canals plans van encaixats els tubs "FLAT PIPE", soldats per resistència elèctrica formant un sol cos.
- Recobriments: Recobriments selectius d'alt rendiment sense crom, a base d'òxid i coure negre, magnesi i silici.
- Aïllament: Manta de llana de vidre de 60 mil·límetres amb superfície d'alumini.

Taula 1.9. Característiques del captador TAKAMA T2-INOX.

Corba de rendiment	$\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot U_0 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$
Superfície d'obertura	1,80 m ²
Superfície útil de captació	2,59 m ²
Pes del captador ple de líquid	43,5 kg
Pes del captador buit	41,0 kg
Capacitat de líquid	1,5 kg
Pressió màxima de treball	7 bar
Emissivitat	0,29
Absortivitat	0,94
Dimensions	2 x 1 x 0,74 m
Cost	725 €

El rendiment al llarg de l'any per un col·lector d'aquest model pendrà els valors de la Taula 1.10.

**Taula 1.10. Rendiment del captador en els mesos de l'any.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn
$\eta(\%)$	60,80	67,51	67,06	66,51	69,73	69,96
Mes	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
$\eta(\%)$	71,29	72,02	70,29	68,17	55,94	50,54

• Nombre de col·lectors:

El nombre de col·lectors a instal·lar serà 7 segons el calculat als apartats 2.1.10 i 2.1.11, identificats als plànols com CS-01 fins al CS-07. Aquests s'instal·laran a teulada sud de la casa (veure plànols), amb orientació sud i amb una inclinació de 24° respecte l'horitzontal, aprofitant la inclinació de la teulada per motius d'integració arquitectònica (veure apartat 2.1.4 de l'annex). Aquest es col·locaran en dos files, una amb un únic col·lector, i una altra amb els sis restants, per tal de diferenciar millor el circuit de cada temporada.

• Subjecció:

Per a subjectar els captadors i permetre la seva inclinació sobre la teulada, es muntaran utilitzant els suports homologats del mateix fabricant.

• Separació entre files de col·lectors:

La separació entre les dos files de col·lectors serà d'un metre, escollida com a mesura suficient, ja que no caldrà una específica degut a que al trobar-se ambdues files paral·leles a la teulada no hi ha perill de projectar ombres l'una sobre l'altra (veure apartat 2.1.12 de l'annex), i per tant ja es compleix l'indicat a la ITE10.1 del RITE.

• Connexió dels captadors:

Els col·lectors es connectaran en paral·lel, col·locats en dues files de un i sis connectades també en paral·lel. En cada fila els captadors es connectaran amb retorn invertit, per tal d'equilibrar-los hidràulicament. El retorn invertit consisteix en disposar les canonades de manera que el fluid passi per la mateixa longitud de canonada en tots el col·lectors.



Per permetre equilibrar les dues files de captadors entre si, s'instal·larà a cadascuna una vàlvula d'equilibrat VE-1 i VE-2 (veure plànols). Aquestes vàlvules seran de la marca comercial Salvador Escoda, model STAD-20.

✚ **Fluid caloportador:**

El fluid caloportador serà una mescla d'aigua i anticongelant. Les dues substàncies més utilitzades per evitar que el fluid que circula pels col·lectors es congeli en cas que la temperatura exterior baixi dels 0°C són l'etilenglicol i el propilenglicol. Tenint en compte que el segon és pràcticament innocu per la salut humana, aquest serà el líquid emprat. Els càlculs i els resultats referents a la mescla aigua-propilenglicol s'han desenvolupat a l'apartat 2.1.5, i a la Taula 1.11 es pot observar un resum de propietats.

El volum de propilenglicol en la mescla amb aigua serà del 35% i el volum total de fluid que s'haurà d'introduir a la instal·lació en el moment de l'ompliment serà de 22,86 Litres. L'ompliment es farà per la part baixa de la instal·lació mitjançant les claus de pas destinades a aquest fi, VT-19 i VT-20.

Taula 1.11. Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit primari.

MESCLA PROPILENGLICOL-AIGUA	
Punt de fusió (°C)	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat (kg/m³)	1.009
Calor específic (kJ/kg·°K)	3,9
Viscositat dinàmica (mPa·s)	1,15
Temperatura d'ebullició a 100 kPa (°C)	102,8
Conductivitat tèrmica (W/m·K)	0,45

✚ **Cabal circulant:**

El cabal circulant pel circuit primari escollit serà de 1,4 L/s per cada 100 m² de superfície de captació ja que el document HE-4 del CTE sobre l'estalvi d'energia estableix que ha d'estar comprés entre 1,2 i 2 L/s per cada 100 m².



Com que la densitat del fluid caloportador és de 1.009 kg/m^3 , el cabal màssic circulant serà $15 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$ (veure apartat 2.1.6).

■ **Dimensionament de les canonades:**

A l'apartat 2.1.18 s'escull i dimensiona el tipus de canonada més convenient en la instal·lació. Serà de coure, per les seves bones prestacions: econòmic respecte altres materials, pèrdues de càrrega reduïdes gràcies a la seva baixa rugositat, alta resistència a la corrosió i facilitat de muntatge. El tipus de canonada escollida és el M perquè pot suportar les baixes pressions de la instal·lació sense necessitar més espessor de paret.

El diàmetre de les canonades del circuit primari serà de 1" en la canonada principal, que anirà des de la sala de màquines fins a les derivacions cap a les dos files de col·lectors en la teulada, on les canonades passaran a ser de 3/4", en tot el circuit de col·lectors. La longitud total de canonada de 1" serà de 41,67 m i 18,81 m de canonada de 3/4".

Caldrà aplicar un pendent mínim de l'1% en la instal·lació de les canonades per facilitar el buidat de la instal·lació, i complint així amb l'indicat a l'apartat 3.3.5.2. del document HE-4 del CTE. A més es subjectaran a les parets mitjançant abraçadores.

L'aïllament de les canonades ha estat calculat a l'apartat 2.1.22, d'acord amb l'apèndix 3.01 del RITE i amb el document HE-4 del CTE. Respectant aquests documents, s'aïllaran aquells trams de canonada que passin per l'exterior i els que passin per l'interior de dependències no condicionades. Les característiques del tipus d'aïllament a aplicar en cada tram es poden veure a la Taula 1.12.

Taula 1.12. Coquilles que s'instal·laran en cada tram de la instal·lació.

Zona	Local	d_{nominal}	e_{min} (mm)	$e_{\text{instal·lat}}$ (mm)	Tipus Aïllament
Circuit primari	Exterior	1"	27,82	28	1 (19x28)+1 (9x48)
	Exterior	3/4"	27,02	28	1 (19x25)+1(9x48)
	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)
Circuit ACS	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)
Circuit calefacció	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)



El tipus d'aïllament escollit serà de marca Isocell, fabricat a partir d'un elastòmer extruït de cèl·lula tancada de nitril-PVC. És apte per a ser instal·lat a l'exterior i té una resistència al foc M1. Per a unir les coquilles d'aïllant s'emprarà cinta adhesiva de la marca DENSO.

✚ **Bomba de circulació:**

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.20, la bomba de circulació del circuit primari ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 2.600 mmca i proporcionar un cabal de 0,91 m³/h.

La bomba instal·lada serà centrífuga, ja que les bombes d'aquest tipus poden desenvolupar una elevada potència i tenen un manteniment baix i un cost inicial reduït. Poden mantenir un cabal constant força elevat i tenen una gran possibilitat de regular el cabal segons les necessitats. Per aquestes raons són les que més s'utilitzen en instal·lacions solars tèrmiques.

La bomba escollida és un el grup hidràulic de la marca comercial ROCA, model KHS10 que compleix amb els requeriments necessaris pel circuit primari de la present instal·lació. Les característiques d'aquest grup hidràulic s'enumeren a la Taula 1.13.

Taula 1.13. Característiques grup hidràulic Roca.

Grup hidràulic Roca	
Potència Màxima	65 W
Potència Mitja	45 W
Potència econòmica	30 W
Alçada màxima	4,8 m.c.a.
Cabal màxim	3,2 m ³ /h
Nombre de velocitats	3
Alimentació elèctrica	Monofàsic 230 V
Intensitat màxima	0,28 A
Temperatura màxima	100 °C



La bomba s'instal·larà a la canonada d'impulsió del fluid cap als captadors, a la part més baixa del circuit, evitant la cavitació. Aquesta bomba es troba identificada al diagrama d'enginyeria amb el codi B-01.

La bomba disposarà de dues vàlvules de tall, una a l'entrada, VT-05 i una a la sortida, VT-07. S'instal·larà, també, un filtre de partícules sòlides a l'aspiració, F-01, i un manòmetre que llegirà la pressió a la sortida de la bomba, M-03. Finalment, es col·locarà una vàlvula antiretorn, VR-02, que assegurarà el bon sentit del flux.

Vas d'expansió:

Al circuit primari caldrà la instal·lació d'un vas d'expansió, que té la funció d'absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en un circuit tancat al variar la seva temperatura mantenint la pressió entre límits preestablerts.

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.21, el volum mínim del vas d'expansió és de 3,92 litres. S'ubicarà a l'aspiració de la bomba de circulació (B-01), serà tancat, de membrana fixa i de la marca comercial Salvador Escoda, model 5 AMR-E amb una capacitat de 5 litres. En el diagrama d'enginyeria es troba identificat com E-01.

Dissipador d'escalfor:

Segons l'apartat 3.2.2.3 del document HE-4 del CTE, la instal·lació ha d'estar dotada de protecció contra sobreescalfament amb algun tipus de dispositiu manual o automàtic que eviti danys als materials o equips. Existeix al mercat un element especialment dissenyat amb aquest fi, el dissipador de calor. Aquest pertany a la marca comercial Salvador Escoda. Segons l'apartat 2.1.10.1, caldrà un únic dissipador en la instal·lació.

El dissipador d'escalfor és bàsicament un bescanviador d'escalfor amb el medi ambient, que actua quan la instal·lació assoleix temperatures superior a 90°C. En el seu funcionament normal, el fluid caloportador passa exclusivament pel camp de captadors, i una vàlvula de retenció simple que porta incorporada impedeix la circulació a través de l'equip. Amb temperatures inferiors a 90°C la vàlvula obre el pas de l'aigua a la instal·lació i manté tancada la via cap al bescanviador de calor. Figura 1.22.

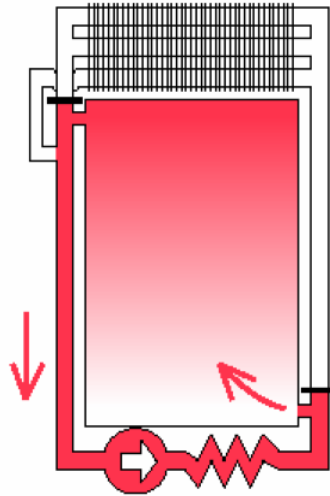


Fig. 1.22. Funcionament normal del dissipador d'escalfor.

En èpoques de gran aportació solar i baixa demanda d'escalfor, situació típica d'estiu, i quan la temperatura de sortida dels captadors es situa entorn als 90°C, la vàlvula inicia l'obertura cap al dissipador i refredant el fluid. A partir d'aquest moment, la vàlvula dona major o menor pas cap al dissipador, en funció de la temperatura de sortida. El tub de by-pass desenvolupa la funció de retorn del bescanviador d'escalfor. A major temperatura, major secció de sortida al bescanviador i menor a la instal·lació, i inversament. El doble èmbol de la vàlvula es posicionarà automàticament, mantenint en tot moment la temperatura límit consignada de 90°C. Figura 1.23.

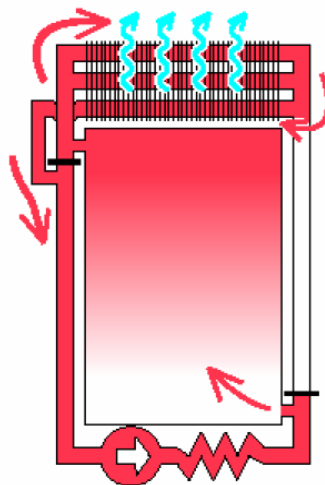


Fig. 1.23. Dissipació normal amb bomba (baixa demanda energètica).

Una altra possibilitat, en que es necessari aquest element, es quan es desconnecta el grup electrobomba (avaria, interrupció del subministrament elèctric, etc.), ja que ràpidament el fluid del captadors assoleix la temperatura màxima de consigna (90°C). La vàlvula de retenció, que en repòs esta sempre oberta, en el moment en que la bomba deixa de funcionar estableix automàticament la circulació per gravetat, entre l'anada del captador, el tub de by-pass i el retorn del captador. El fluid circula pel tub de by-pass en sentit contrari i transmet al sensor de la vàlvula la temperatura més alta del fluid. La vàlvula obre la via cap al bescanviador i aquest refreda en la seva totalitat la seva superfície. Com en el cas anterior, la vàlvula es posicionarà automàticament limitant el salt tèrmic, aproximat de 60°C, entre el fluid dels captadors i la temperatura ambient. L'aigua freda de retorn del bescanviador, de major pes específic que la calenta dels captadors, generarà la pressió suficient per establir la circulació del fluid, amb el que la dissipació es regula sense més energia que la deguda a la gravetat. Figura 1.24.

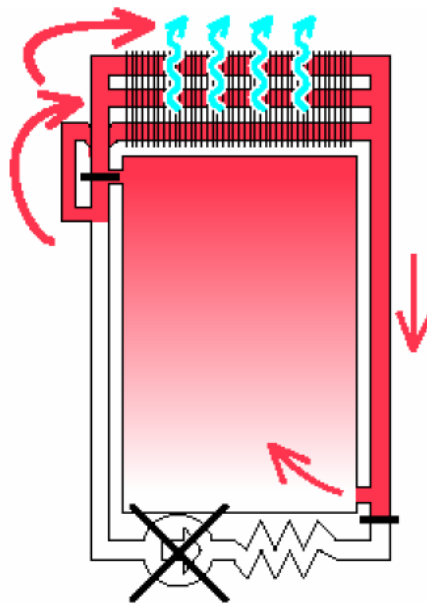


Fig. 1.24. Dissipació per gravetat (paro de bomba).

Centraleta de regulació:

S'instal·larà una centraleta de regulació marca Resol, model DELTASOL. Aquest model està dissenyat especialment per sistemes amb dos tancs d'emmagatzematge, com és el cas.



El seu sistema d'actuació consistirà en que mentre la temperatura del fluid caloportador a la sortida dels captadors sigui superior als 60°C, la bomba de recirculació estarà en funcionament continu, transmetent d'aquesta manera, l'energia captada pel sol a l'aigua acumulada en el dipòsit. En el moment en que la temperatura del fluid caloportador sigui inferior als 60°C la bomba deixarà de funcionar.

Per una altra banda, la temperatura del termòstat del dipòsit s'ajustarà a 60°C, garantint el subministrament d'ACS a la mínima temperatura requerida (60°C).

Estarà connectada als següents elements de mesura i control:

- Sensor d'irradiació I-01.
- Sonda de temperatura del retorn solar T-01.
- Sonda de temperatura ambient Ta-01.
- Electrovàlvula de tres vies ET-01 i ET-3.
- Bomba de circulació B-01.
- Caldera de gas natural.
- Sonda de temperatura del dipòsit d'ACS T-02.
- Sonda de temperatura del dipòsit d'inèrcia T-03.

La centraleta de regulació executarà 4 instruccions alhora i en bucle continu:

• **Instrucció 1:** Regula com actuen els elements del primari segons la temperatura del tanc d'ACS. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'ACS quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C però no superior a 65°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. El valor de la radiació solar es fixa en 200 W/m², com a valor per sota del qual el rendiment dels col·lectors s'anul·la. Si la temperatura de l'aigua del tanc d'ACS és inferior a 60°C i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua que surt del tanc, abans d'arribar pel punt de demanda es reescalfarà en el seu pas per la caldera.

• **Instrucció 2:** Regula com actuen els elements segons la temperatura del dipòsit d'inèrcia. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'inèrcia quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. Si la temperatura de l'aigua del tanc d'inèrcia és inferior a 60°C i l'energia



solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua del tanc es reescalfarà en el seu pas per la caldera abans d'entrar al circuit de calefacció.

- ✿ **Instrucció 3:** La seva missió es evitar que el fluid caloportador del primari entri als bescanviadors si no surt dels col·lectors a una temperatura superior a la dels dipòsits, per tal d'evitar que es refredin. En cas que hi hagi prou radiació solar, s'engegarà la bomba de circulació per tal d'intentar escalfar el fluid fins a una temperatura que garanteixi l'aportació solar. En cas contrari s'apagarà la bomba de circulació per evitar que funcioni en va i que el fluid es refredi al passar pels col·lectors. També té la funció de protegir la instal·lació, juntament amb el dissipador d'escalfor: en el moment en que la temperatura de l'aigua del dipòsit arribi als 90°C degut a la gran captació d'energia a través dels col·lectors i el consegüent sobreescalfament del fluid caloportador, s'alliberarà aigua calenta del dipòsit directament a la xarxa de clavegueram a través de l'electrovàlvula i l'embut de descàrrega per donar entrada a aigua freda de la xarxa i aconseguir d'aquesta manera reduir la temperatura del fluid caloportador per sota dels 90°C, i evitar així l'ebullició tant del fluid caloportador com de l'aigua del dipòsit, situació gens desitjada.

- ✿ **Instrucció 4:** Aquesta última controla el funcionament de la caldera per fer el recolzament d'escalfament d'ACS i de calefacció quan els col·lectors solars no poden subministrar suficient energia i quan la temperatura de l'aigua dels tancs sigui inferior a 60°C.

✻ **Altres elements del circuit primari:**

✿ **Vàlvula de seguretat**

S'instal·larà una vàlvula de seguretat, per prevenir sobrepressions o temperatures excessives en el circuit. La vàlvula de seguretat serà de marca comercial ROCA, i se li assignarà el codi VS-01. S'ubicarà a la teulada.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800kPa. El fet d'impedir sobrepressions també protegirà el circuit de temperatures



excessives del fluid caloportador, ja que quan el fluid comenci a bullir (a 102,2°C) els vapors augmentaran la pressió i el fluid serà evacuat sense més conseqüències.

• Purgadors d'aire

A les parts altes dels captadors solars (canonades de retorn) s'instal·laran purgadors d'aire automàtics per eliminar l'aire que pugui acumular-se. Se'n col·locaran dos: un al captador CS-1, per ser únic element de la primera fila (P-01), i un al captador CS-7, per ser l'últim de la segona fila (P-02).

Seràn purgadors de boia, de la marca comercial ROCA model FLEXVENT (especialment destinats a aplicacions solars). Es connectaran mitjançant T's de coure amb reducció de secció.

• Vàlvules de tall

La seva funció és interrompre manualment el pas de fluids en determinats punts dels circuits. Les vàlvules de tall manuals seràn de bola, ja que permeten la regulació tot-res que és necessària a la instal·lació. Seràn de la marca ROCA, de llautó, amb els codis VT-01 a VT-20.

• Electrovàlvula de tres vies

Tindran la funció de deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centralita de regulació solar. Seràn de tipus tot-res, ja que han de permetre el pas o no cap als respectius serpentins dels tancs, per aquesta instal·lació s'ha elegit el model SF 20 EB de la marca Salvador Escoda. Les instal·lades són ET-01 i ET-02.

• Manòmetres

S'instal·laran cinc manòmetres d'agulla que llegiran fins a 400 kPa relatius per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació. El manòmetre M-03 es situarà després de la bomba de circulació i el M-01 i el M-02 a la sortida dels col·lectors. S'instal·laran amb una T i una reducció de secció cadascun.



☉ Sensor d'irradiació

Informarà a la centraleta de regulació solar sobre la quantitat de radiació solar instantània, en un moment donat, serà de la marca Resol, model CS10, i s'identifica com I-01.

☉ Sonda de temperatura

Es col·locarà una sonda en el circuit primari a la canonada de sortida d'aigua dels captadors (T-01). Serà de tipus PT1000, que significa que es basa en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica. El nom es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 ohms a 0°C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

⊞ Característiques de la Caldera

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.16, la potència necessària de la caldera es d'aproximadament 20 kW. La caldera escollida és de la marca Junkers, model EUROLINE ZW23-1KE, amb 22,6 kW de potència útil, dimensions 700x400x295mm, 28 kg, amb mètode de producció instantani i pressió màxima del circuit 3 bars.

La caldera es troba connectada a la sortida del dipòsit acumulador d'ACS i a la sortida del dipòsit d'inèrcia, mitjançant un vàlvula de tall i una antirretorn en cada cas, i des d'ella es subministra tant l'ACS com l'aigua al circuit de calefacció.

S'instal·larà a la terrassa de la cuina, tancada amb estructura d'alumini i vidre.

⊞ Estalvi energètic:

La instal·lació solar aconseguirà estalviar aproximadament un total de 36.410 MJ/any equivalents a 10.113 kWh, de l'energia tèrmica que es consumeix a la habitatge amb ACS i calefacció.

1.8.1.4. Descripció del circuit d'ACS

El circuit d'ACS té la funció d'obtenir aigua freda de la xarxa, escalfar-la mitjançant l'energia solar dins d'un tanc, i, quan es requereixi el seu ús, enviar-la al punt de



demanda passant per la caldera, on aquesta determina si es necessari elevar-ne més la temperatura o, si per contra, ja es troba a la temperatura de servei, la caldera no s'engega i l'aigua i es condueix fins al punt de consum. El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la el circuit d'ACS es pot veure a la Taula 1.14.

Taula 1.14. Nomenclatura dels elements que intervenen en la instal·lació d'ACS.

CODI	Element
Acumulador ACS	Dipòsit acumulador d'ACS
VP	Vàlvula reductora de pressió
VS	Vàlvula de seguretat
VR	Vàlvula antiretorn
VT	Vàlvula de tall
VB	Vàlvula de buidat
M	Manòmetre
T	Sonda de temperatura
F	Filtre

Dipòsit acumulador d'ACS:

La seva funció és emmagatzemar aigua calenta per al consum d'ACS. Tindrà una entrada d'aigua freda de la xarxa. Disposarà d'un serpentí bescanviador per on circularà el fluid caloportador provinent dels col·lectors solars quan aquests puguin proporcionar energia tèrmica. La sortida d'aigua calenta passarà per la caldera on aquesta es posarà en funcionament depenent si la temperatura és o no la de consum (60°C).

El volum d'acumulació, calculat a l'apartat 2.1.14, serà de 200L, complint amb el document bàsic d'estalvi d'energia HE-4 del CTE, Contribució solar mínima per ACS, que especifica que, amb les dades del present projecte, aquest volum mínim ha d'estar entre 130 i 460L. El dipòsit acumulador d'ACS serà de marca SONNENKRAFT, model ELB200R2E, amb les característiques que es mostren a la Taula 1.15. Aquest es situarà a la terrassa de la cuina, tancada amb estructura d'alumini i vidre.

L'acumulador d'ACS contindrà aigua a 60°C, complint les especificacions de l'informe UNE 100030 “Guía para la prevención y control de la legionela en instalaciones”.

**Taula 1.15. Característiques tècniques del dipòsit acumulador d'ACS.**

Volum d'acumulació	200 L
Superfície de bescanvi del serpentí	0,95 m ²
Diàmetre amb aïllament	0,54 m
Alçada amb aïllament	1,432 m
Material del dipòsit	Acer vitrificat
Protecció contra la corrosió	Ànode de magnesi
Material aïllant	Poliuretà d'alta densitat

Sonda de temperatura:

La sonda T-02 del dipòsit d'ACS serà de tipus PT1000 i s'envainarà per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.

Manòmetre:

A l'interior del dipòsit acumulador s'instal·larà un manòmetre, de la marca comercial Salvador Escoda, identificat com M-04, per conèixer la pressió interior en tot moment.

Connexions del serpentí:

D'acord amb el que exigeix el RITE, els dipòsits acumuladors d'ACS comptaran amb una vàlvula de tall i una vàlvula antiretorn a l'entrada i a la sortida del serpentí bescanviador. Les vàlvules de tall seran de bola, marca ROCA, amb els codis VT-03 i VT-04. Les vàlvules antiretorn seran de marca ROCA, amb els codis VA-03 i VA-04.

Altres elements del circuit d'ACS:

Vàlvula reductora de pressió

S'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa de la marca comercial EUROBRASS de 1", identificada com VP-01.

Filtre

A continuació de la vàlvula reductora de pressió s'instal·larà un filtre, per retenir les partícules sòlides pel bon funcionament de la instal·lació. S'identifica com F-02.



• Vàlvula antiretorn

Es situa una vàlvula antiretorn, ROCA 1", a continuació del filtre, i un altra a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit acumulador, abans d'arribar a la caldera, per garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics. S'identifiquen com VR-05 i VR-6. Es situarà una altra a la sortida de la caldera, cap a la distribució d'ACS, VR-07.

• Vàlvula de seguretat

Després de la vàlvula antirretorn, tindrà la funció d'evitar que la pressió del circuit assoleixi valors perillosos per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació. De la marca comercial ROCA, tindrà el codi VS-02. La pressió màxima s'establirà en 300 kPa relatius.

• Vàlvula de tall

Seràn de bola, de marca ROCA, servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa, i s'identifiquen com VT-10 i VT-11. Es situaran a l'entrada d'aigua freda de xarxa al dipòsit acumulador i a la sortida del dipòsit acumulador cap a la caldera, i també a la d'aigua de la caldera cap al punt de consum, VT-12.

• Vàlvula de buidat

Serà una vàlvula de bola, de marca ROCA, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior a l'aigua continguda en el dipòsit en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-04.

1.8.1.5. Descripció del circuit de calefacció

La funció principal dels elements del circuit de calefacció és mantenir la temperatura del dipòsit d'inèrcia, en les condicions establertes. L'aigua circularà directament des de dues connexions del tanc (anada i tornada) fins a la caldera, des d'on serà distribuïda cap al circuit de calefacció, disseny del qual no es dins de l'abast d'aquest projecte.

La funció principal del circuit de calefacció serà garantir el confort tèrmic dels ocupants de la habitatge.



Els elements presents als plànols i inclosos al circuit de calefacció es poden veure a la Taula 1.16.

Taula 1.16. Nomenclatura dels elements de la instal·lació de calefacció.

CODI	Element
Acumulador d'inèrcia	Dipòsit acumulador d'inèrcia
VP	Vàlvula reductora de pressió
VS	Vàlvula de seguretat
VR	Vàlvula antiretorn
VT	Vàlvula de tall
VB	Vàlvula de buidat
ET	Electrovàlvula de tres vies
M	Manòmetre
T	Sonda de temperatura
F	Filtre

Dipòsit d'inèrcia:

Té la funció d'emmagatzemar aigua calenta per distribuir-la al circuit de calefacció. Tindrà una entrada d'aigua freda de xarxa i una sortida d'aigua calenta. Disposarà d'un serpentí bescanviador per on hi circularà el fluid caloportador provinent dels col·lectors solars quan aquests puguin proporcionar energia tèrmica.

La sortida d'aigua calenta passarà per la caldera on aquesta es posarà en funcionament depenent de la temperatura. A l'hivern, la caldera es programarà per a que s'activi quan la temperatura del tanc d'emmagatzematge sigui inferior a la de consigna, actuant com a recolzament de calefacció quan els col·lectors solars no puguin subministrar suficient energia, i des de la mateixa es distribuirà cap al circuit de calefacció.

El volum del dipòsit d'inèrcia calculat a l'apartat 2.1.15, serà de 1.000L. Serà de la marca IMMOSOLAR, model IPS/GWT 1.000L, amb les característiques que es mostren a la Taula 1.17. És situarà també a la terrassa tancada de la cuina.

**Taula 1.17. Característiques tècniques del dipòsit d'inèrcia.**

Disposició	Vertical
Volum d'acumulació	1.000 L
Superfície de bescanvi del serpentí	3 m ²
Diàmetre amb aïllament	1 m
Alçada amb aïllament	2,2 m
Material del dipòsit	Acer
Material aïllant	Poliuretà

El dipòsit d'inèrcia contindrà aigua a 60°C, per tal de complir amb les especificacions de l'informe UNE 100030 “*Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones*”.

Sonda de temperatura:

La sonda T-03 del dipòsit d'inèrcia serà de tipus PT1000 i s'envainarà per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.

Manòmetre:

A l'interior del dipòsit acumulador d'inèrcia s'instal·larà un manòmetre, de la marca comercial Salvador Escoda, identificat com M-05, per conèixer la pressió interior en tot moment.

Altres elements del circuit de calefacció:

Vàlvula reductora de pressió

S'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa de la marca comercial EUROBRASS de 1”, identificada com VP-02.

Filtre

A continuació de la vàlvula reductora de pressió s'instal·larà un filtre, per retenir les partícules sòlides pel bon funcionament de la instal·lació. S'identifica com F-03.



• Vàlvula antiretorn

Es situa una vàlvula antiretorn, ROCA 1", a continuació del filtre, i un altra a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit d'inèrcia, abans d'arribar a la caldera, per garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics. S'identifiquen com VR-010 i VR-8. Es situarà una altra a la sortida de la caldera, cap al circuit de calefacció, VR-09.

• Vàlvula de seguretat

Col·locada després de la vàlvula antirretorn, tindrà la funció d'evitar que la pressió del circuit assoleixi un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació. Serà de la marca comercial ROCA i se li assignarà el codi VS-03.

• Electrovàlvula de tres vies

A la sortida d'aigua de calefacció de la caldera, després de la vàlvula antirretorn i de la vàlvula de tall, s'instal·larà una electrovàlvula de tres vies, ET-03, per deixar circular el fluid cap al sistema de calefacció, o retornar-lo al dipòsit d'inèrcia. S'ha elegit el model SF 20 EB de la marca Salvador Escoda.

• Vàlvula de tall

Seràn de bola, de marca ROCA, servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa, i s'identifiquen com VT-15 i VT-16. Es situaran a l'entrada d'aigua freda de xarxa al dipòsit acumulador i a la sortida del dipòsit acumulador cap a la caldera, i també a la d'aigua de la caldera cap a la sortida de calefacció, VT-17.

Caldrà assegurar-se d'instal·lar també una vàlvula de tall en el retorn de calefacció, abans de l'entrada al dipòsit, VT-18.

• Vàlvula de buidat

Serà una vàlvula de bola, de marca ROCA, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior a l'aigua continguda en el dipòsit en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-05.



1.9. PLANIFICACIÓ

En aquest apartat es descriu la planificació seguida en la realització d'aquest projecte final de carrera. Primerament s'anomenen i es defineixen les diferents tasques realitzades, i seguidament es mostra la seva duració i ordre temporal en un diagrama de Gantt.

1.9.1. TASQUES REALITZADES

- *Normativa i reglamentació:* Recerca de disposicions legals que afecten el projecte.
- *Documentació bibliogràfica:* Recopilació d'informació referent a energia solar tèrmica i instal·lacions d'aquest tipus, en llibres, manuals tècnics, altres projectes, etc.
- *Requisits de disseny:* Descripció de les bases i dades de partida, gràcies al projecte constructiu de l'habitatge.
- *Anàlisi de solucions:* Estudi de les diferents alternatives estudiades per escollir la més adient al projecte.
- *Selecció de components:* Cerca de catàlegs i manuals tècnics de diferents fabricants i instal·ladors per seleccionar-ne els elements més adients al projecte.
- *Resultats finals:* Descripció de la instal·lació solar i explicació de forma completa de les solucions adoptades indicant les seves característiques definitives.
- *Memòria:* Justificació de les solucions adoptades i descripció de forma unívoca l'objecte del projecte.
- *Càlcul de les càrregues tèrmiques:* Determinar la càrrega tèrmica de l'habitatge amb el programa DpClima.
- *Càlcul de les necessitats energètiques:* Càlcul de les necessitats energètiques de ACS i calefacció previstes en l'habitatge.



- *Càlcul de la instal·lació solar:* Càlculs de radiació solar disponible a Lleida, selecció del col·lector solar, del fluid caloportador, nombre òptim de col·lectors solars, etc.
- *Comprovació de la resistència estructural de la casa:* Determinació de si l'estructura de la casa prefabricada podrà suportar el pes de la instal·lació.
- *Dimensionament dels elements de la instal·lació:* Càlcul dimensional i elecció de l'opció més adient per elements com els dipòsits, la bomba hidràulica, el vas d'expansió, la caldera, etc.
- *Altres càlculs:* Càlcul de les pèrdues de càrrega, dimensionament de les canonades, càlcul de l'aïllament necessari de les canonades, etc.
- *Annexes:* Realització dels documents que desenvolupen, justifiquen i aclareixen apartats específics de la memòria i altres documents bàsics del projecte.
- *Plànols:* Especificar i definir de forma gràfica el projecte en qüestió.
- *Plec de condicions:* Establiment de les condicions tècniques, econòmiques i legals que estan involucrades en el projecte per evitar males interpretacions.
- *Estat d'amidaments:* Definició de les unitats de cada partida que configuren la totalitat de la instal·lació.
- *Pressupost i estudi de viabilitat econòmica:* Determinació del cost econòmic del projecte i determinació del període de retorn del capital invertit per donar una idea de la viabilitat econòmica del projecte.
- *Seguiment del projecte:* Revisió del projecte per part de la directora.
- *Revisió i finalització:* Comprovació integral del projecte i realització de les tasques d'indexat, imprès, enquadernat, etc.



1.9.2. DIAGRAMA DE GANTT

En la Figura 1.25 es mostra el diagrama de Gantt.

Tasques a realitzar	Setembre		Octubre		Novembre		Desembre		Gener	
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
<i>Normativa i reglamentació</i>										
<i>Documentació bibliogràfica</i>										
<i>Requisits de disseny</i>										
<i>Anàlisi de les solucions</i>										
<i>Selecció de components</i>										
<i>Resultats finals</i>										
<i>Memòria</i>										
<i>Càlcul càrregues tèrmiques</i>										
<i>Càlcul necessitats energètiques</i>										
<i>Càlcul de la instal·lació solar</i>										
<i>Comprovació resist. estructural</i>										
<i>Dimensionat elements instal·lació</i>										
<i>Altres càlculs</i>										
<i>Annexes</i>										
<i>Plànols</i>										
<i>Plec de condicions</i>										
<i>Estat d'Amidaments</i>										
<i>Pressupost i Estudi viabilitat</i>										
<i>Seguiment del projecte</i>										
<i>Revisió i finalització</i>										

Fig. 1.25. Diagrama de Gantt.



1.10. CONCLUSIONS

Per posar punt i final a aquest projecte, l'autora resumirà a mode de comentari les conclusions que es poden extreure de la seva elaboració.

En el present projecte es descriu el disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada a Lleida.

Aquesta instal·lació permetrà obtenir aigua calenta sanitària i cobrir part de les necessitats de calefacció no sols de manera econòmica, doncs l'energia aportada per la instal·lació solar no deixa de significar un estalvi en combustible, sinó també d'una manera més respectuosa amb el medi ambient, ja que aquest estalvi en combustible o altres tipus d'aportació energètica, significa també un estalvi en emissions de CO₂ a l'atmosfera, alhora que, no s'ha d'oblidar, es tracta d'energia renovable, i no del tant abusiu consum actual de combustibles fòssils.

El pressupost total de la instal·lació solar, amb els complements que cal afegir-hi per dur-la a terme, ascendeix a 22.386,23 Euros, que gràcies a les subvencions de la generalitat es veuria reduït a 16.939,25 Euros.

El període de retorn de la inversió inicial, en cas de rebre subvenció, seria d'entre 9 i 13 anys, depenent de l'evolució econòmica futura, mentre que en cas de no rebre la subvenció, s'incrementaria el període sent d'entre 18 i 21 anys, aproximadament.

En conclusió, la instal·lació solar no és barata ni potser una bona inversió econòmica, però és una molt bona manera d'afavorir l'estalvi energètic, reduint el consum d'energies no renovables i contaminants, i per què no, reduir cada més, ni que sigui una mica, la factura de la llum o del gas.



1.11. AGRAÏMENTS

L'autora del present projecte no el vol concloure sense agrair sincerament l'ajut prestat per la Doctora Lluïsa F. Cabeza, directora del projecte, per l'empresa Prefabricats Pujol, pels professors i companys de l'Escola Politècnica Superior, i per familiars i amics, a tots ells gràcies pel seu suport, sense el qual la realització d'aquest projecte difícilment hauria estat possible.





2. ANNEXES





ÍNDIX DELS ANNEXES

2. ANNEXES	105
Índex dels annexes	107
2.1. CÀLCULS	109
2.1.1. CÀLCUL DE LES CÀRREGUES TÈRMIQUES	109
2.1.2. CÀLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ I ACS	165
2.1.3. CÀLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT	173
2.1.4. JUSTIFICACIÓ DE LA ORIENTACIÓ I LA INCLINACIÓ DELS CAPTADORS SOLARS	189
2.1.5. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR	191
2.1.6. CABAL DEL CIRCUIT PRIMARI	193
2.1.7. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR	194
2.1.8. RENDIMENT DEL CAPTADOR SOLAR	199
2.1.9. FACTOR CAPTADOR-BESCANVIADOR	200
2.1.10. ÀREA DE CAPTACIÓ NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ	201
2.1.11. ÀREA DE CAPTACIÓ NECESSÀRIA PER ACS	215
2.1.12. DISTRIBUCIÓ DELS CAPTADORS SOLARS	218
2.1.13. CÀLCUL DE LA RESISTÈNCIA ESTRUCTURAL DEL SOSTRE DE L'HABITATGE	223
2.1.14. VOLUM DEL DIPÒSIT ACUMULADOR	225
2.1.15. CÀLCUL DEL VOLUM DEL DIPÒSIT D'INÈRCIA	226
2.1.16. CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DE LA CALDERA	227
2.1.17. PÈRDUES DE CÀRREGA EN ELS CAPTADORS	228
2.1.18. DIMENSIONAMENT DE LES CANONADES	229
2.1.19. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA	232
2.1.20. SELECCIÓ DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ	240
2.1.21. CÀLCUL DEL VAS D'EXPANSIÓ	241
2.1.22. CÀLCUL DE L'AÏLLAMENT DE LES CANONADES	245
2.1.23. DIMENSIONAMENT DE L'AÏLLAMENT DE LES CANONADES	247
2.1.24. CÀLCUL DE L'ESTALVI D'EMISSIONS DE CO ₂	248



2.1.25. ESTUDI VIABILITAT ECONÒMICA. PERÍODE DE RETORN DEL CAPITAL INVERTIT	249
2.2. CATÀLEGS	255
2.3.TAULES I DIAGRAMES.....	256
2.3.1.INFORMACIÓ DE LA CIUTAT DE LLEIDA	256
2.3.2.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE CàRREGUES TÈRMQUES	257
2.3.3.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA DE CALEFACCIÓ I ACS	258
2.3.4.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT	258
2.3.5.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR	258
2.3.6.INFORMACIÓ UTILITZADA EN LA SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR.....	260
2.3.7.INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LES PÈRDUES DE CàRREGA	263

2.1. CÀLCULS

2.1.1. CÀLCUL DE LES CÀRREGUES TÈRMIQUES

En aquest apartat es realitza el càlcul de les càrregues tèrmiques per calefacció en l'edifici en que es centra aquest projecte, la casa prefabricada.

La càrrega tèrmica d'un local és la potència de refrigeració o calefacció que requereix la instal·lació, en un determinat moment, per mantenir unes condicions tèrmiques donades.

Sentendrà que càrrega tèrmica és tot fenomen que tendeix a modificar tant la temperatura com la humitat absoluta en un local, de manera que quan només es modifica la temperatura seca de l'aire es tracta d'una càrrega sensible i si es modifica la quantitat de vapor d'aigua, es tracta d'una càrrega latent.

Per al càlcul de la càrrega tèrmica de l'habitatge d'estudi, s'utilitza el programa informàtic DpClima, que permet realitzar i agilitzar un càlcul més potent, acurat i menys laboriós, a més de proporcionar resultats concrets per a cada hora d'un cert període, per cada mes de l'any, per cada cambra o zona, i pel total de l'edifici, a més de poder considerar paràmetres molt concrets sobre habitatge i elements constructius.

2.1.1.1. Descripció DpClima i dades introduïdes

En primer lloc, en executar el programa cal clicar sobre l'opció *Proyecto Nuevo* i s'obrirà una finestra amb dos pestanyes: *Empresa* (Figura 2.1), on cal introduir les dades d'identificació del projecte a calcular. En el nostre cas:

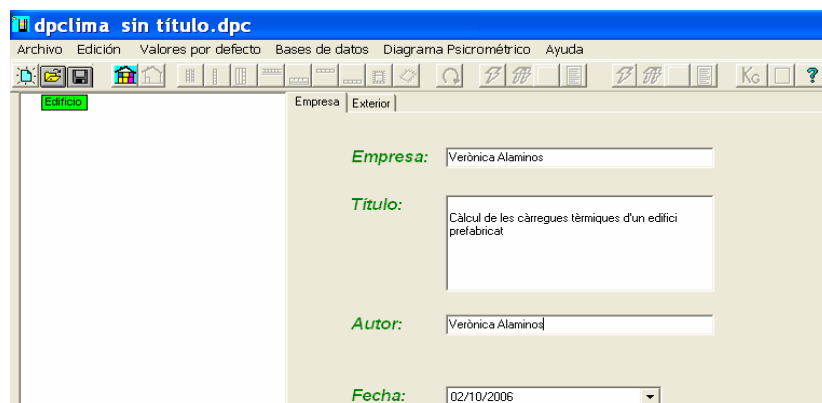


Fig. 2.1. DpClima: Dades d'identificació del projecte.



Verónica Alaminos Fernández



I tot seguit, a la pestanya *Exterior* (Figura 2.2) cal introduir les dades i característiques de la ciutat on s'ubica l'edifici. Els diferents camps es poden omplir automàticament clicant en una de les icones de *Rellenar con*, que permet seleccionar una ciutat de la base de dades.

Fig. 2.2. DpClima: Dades de l'emplaçament del projecte.

En la Taula 2.1 es pot veure el resum de les condicions exteriors de càlcul necessàries en el programa, localitzant l'edifici a Lleida..

L'OMA és la diferència entre la màxima de màximes i la mínima de mínimes, i l'OMD és la mitjana de la diferència entre la mitjana de temperatures màximes i la mitjana de temperatures mínimes mensuals dels mesos d'estiu. En aquests cas s'obtenen de la base de dades del programa, però com a alternativa, en cas que en fossin desconegudes, es podrien calcular a partir de les dades facilitades per l'*Instituto Nacional de Meteorología*.

La temperatura del terreny ve donada per la zona on es localitzi l'edifici, i aquesta per la norma NBE-CT-79, que cataloga el territori de l'Estat espanyol en zones climàtiques (Figura 2.3 i Taula 2.2).

Taula 2.1. Condicions exteriors de càlcul de l'habitatge.

Localitat		Lleida
Altitud		323 m
Latitud		41,62°
Velocitat del vent		5 m/s
Enterboliment atmosfèric		Estàndard
Materials circumdants		Estàndard
Estiu	Temperatura seca exterior màxima	33°C
	Humitat relativa	50%
	Oscil·lació mitjana diària (OMD)	14°C
	Oscil·lació màxima anual (OMA)	40,4°C
	ΔT interior població	0°C
Hivern	Temperatura seca exterior	-4,6°C
	Humitat relativa	70%
	Temperatura del terreny	6°C
	ΔT interior població	0°C
Coefficient de majoració de les càrregues de l'edifici		5%
Càrrega pròpia instal·lació		0 %



Fig. 2.3. Mapa de la temperatura del terreny en funció de la zona climàtica.









**Taula 2.2. Temperatura del terreny en funció de la zona climàtica.**

Zona climàtica	V	W	X	Y	Z
Temperatura terreny (°C)	12	8	7	6	5

Lleida es troba a la zona Y, amb temperatura del terreny equivalent a 6°C.

Ara doncs, es pot procedir a definir l'edifici a partir de les seves característiques constructives i arquitectòniques.

Les principals icones que caldrà conèixer són:

-  Crear un nuevo proyecto
-  Abrir un proyecto ya almacenado
-  Guardar el proyecto de trabajo
-  Modificar los datos generales y las Condiciones exteriores en un proyecto
-  Definir/Modificar Zonas
-  Definir/Modificar Locales
-  Definir/Modificar Muros
-  Definir/Modificar Ventanas

A través de la icona *Añadir zona* s'afegeixen les zones en que volem dividir l'edifici, en aquest cas en dos: planta baixa i planta primera.

En cada zona cal definir (Figura 2.4): nom, temperatura impulsió refrigeració i calefacció, presa d'aire exterior, control de ventilació i recuperador de calor.

Després, amb la icona *Añadir local*, s'afegeixen els locals respectius de cada zona:

❖ Planta Baixa:

- Rebedor
- Menjador
- Cuina
- Rentador
- Dormitori 1
- Dormitori 2
- Bany 1

❖ Planta Primera:

- Escala
- Distribuïdor
- Dormitori 3
- Dormitori 4
- Despatx
- Bany 2
- Bany 3

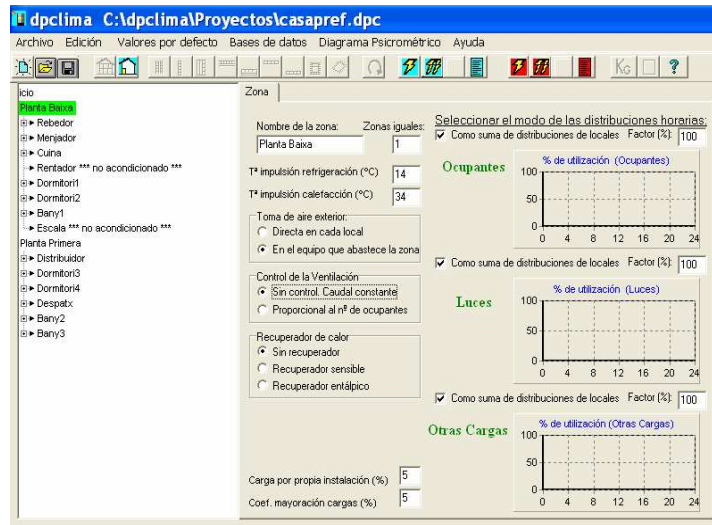


Fig. 2.4. DpClima: Descripció zones de l'edifici.

A cada local, a la pestanya *Identificación* (Figura 2.5), s'exposa el nom del local, la temperatura seca i humitat relativa a l'hivern i l'estiu, que es consideraran en general en tots els locals les següents:

- Hivern: $T_{\text{Seca}} = 20^{\circ}\text{C}$ $H_r = 40 \%$
- Estiu: $T_{\text{Seca}} = 25^{\circ}\text{C}$ $H_r = 55 \%$

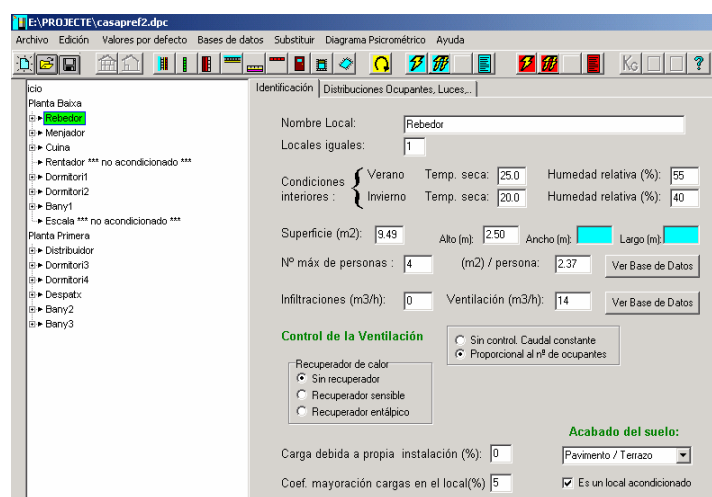


Fig. 2.5. DpClima: Identificació de les característiques del local.

També es definiran la superfície del local en m^2 , l'alçada, que per tots el locals serà de 2,5 m, el nombre màxim de persones que l'ocuparà i la ventilació.



A l'hora d'introduir en el programa la dada *Ventilaciones* en cada local, en totes les zones es marcarà prèviament *Toma de aire exterior: directa en cada local*, i a més, pel cabal d'aire, es tindrà en compte l'ocupació del local marcant la casella *Control de la ventilació: proporcional al número de ocupantes*.

Per calcular en nombre de ventilacions, en m^3/h , es parteix de les dades proposades a la Taula 2.3, del quadern "Sistemes de Fred industrial i Climatització", L. Cabeza i M. Medrano (2005).

Taula 2.3. Cabals aconsellats per a la renovació d'aire.

Tipus de Local	Requeriments d'aire de ventilació en dm^3/s			
	Per persona		Per m^2 de superfície	
	mínim	màxim	mínim	màxim
1. Locals de vivenda				
1.1. Locals vivenda	2,5	4,0	0,40	-
1.2. Banys	-	-	2	3,5
1.3. Cuines	-	-	0,80	1,5

D'aquestes dades, s'utilitzaran les relatives a m^2 de superfície, i s'obtidran les ventilacions a partir de l'equació 2.1.

$$Ventil.(\text{m}^3 / \text{h}) = FactorAireventil. \left(\frac{\text{dm}^3}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \right) * SuperfícieLocal(\text{m}^2) * \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} * \frac{10^{-3} \text{m}^3}{1\text{dm}^3}$$

(2.1)

On *FactorAireventilació* és el valor extret de la taula, agafant un valor intermedi entre el màxim i el mínim, i cal fer els canvis d'unitats pertinents, com es pot veure a l'equació 2.1, per obtenir les ventilacions en m^3/h , unitats que es requereixen al programa.

Els valors obtinguts de ventilacions a cada local es mostra en el següent apartat resum per cadascun d'ells.

Per altra banda, en la pestanya *Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas* (Figura 2.6) de cada local, es definiran els gràfics de percentatge d'ocupació segons la finalitat del local en qüestió, el nombre d'ocupants, l'activitat que s'hi realitza, il·luminació de que disposa, i altres càrregues, on haurem d'introduir, des de la base de dades, els



possibles electrodomèstics, etc., de que disposa el local. Totes aquestes dades s'extreuen de la base de dades del programa a través de la icona *Elegir*, i es mostren també en l'apartat resum següent.

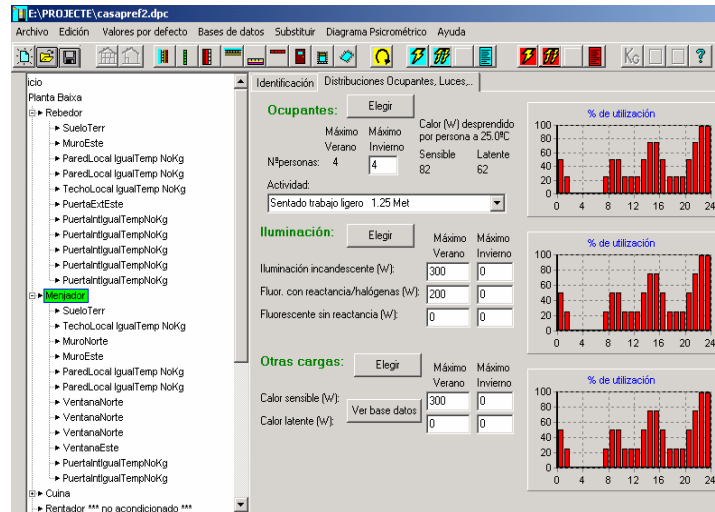


Fig 2.6. DpClima: Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas dels locals.

Una vegada definides les zones i els locals, es procedeix a introduir els Tancaments que els defineixen a partir de les següents icones (respectives a la Figura 2.7): *mur a l'exterior*, *paret a altre local*, *paret al terreny*, *sostre a l'exterior*, *sol al terreny*, *sostre a altre local*, *sol a altre local*, *portes*, *finestres* i *claraboies*.



Fig. 2.7. DpClima: Icones de tancaments.

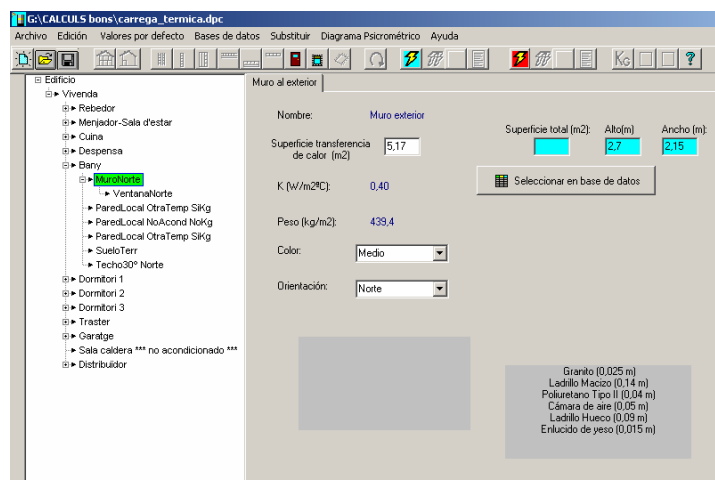


Fig. 2.8. DpClima: definició de les característiques d'un tancament exterior



Verónica Alaminos Fernández



En tots els tancaments, a més d'introduir al programa la superfície i orientació en el cas de les parets i murs, definirem la seva composició a partir de les possibilitats que ofereix el programa, Figura 2.9.

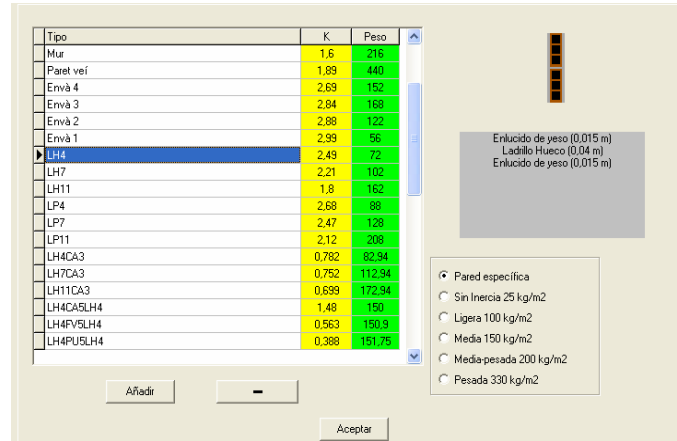


Fig. 2.9. DpClima: estructures constructives definides ja pel programa

O també, si de la base de dades no se'n pot extreure els tipus concrets del nostre habitatge, es defineixen de la forma més aproximada possible a la composició real, a partir de la icona *Añadir*, Figura 2.10, que ens ofereix un ampli ventall de possibilitats per formar el tipus de tancament que es necessiti.

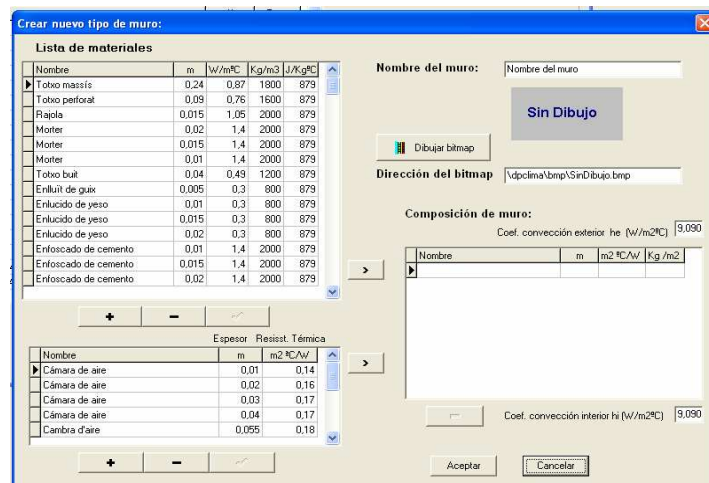


Fig 2.10. DpClima: Definició dels tipus de tancaments.



Les composicions reals dels tancaments de la casa prefabricada son:

- Murs Exteriors: Bloc massís formigó: 0,16m
Fibra vidre: 0,04m
Cartró guix 0,015m
- Parets Interiors: Cartró guix: 0,015m
Fibra vidre: 0,04m
Cartró guix 0,015m
- Sostre Planta baixa = Sol Primera planta: Gres 0,45x0,45 m
Placa Formigó 0,15 m
- Sol Planta Baixa: Paviment genèric + Morter 0,05m
Placa formigó 0,15 m
Pedra (Lutites, Gresos i Conglomerats) 0,15 m
- Sostre Primera planta: Placa Formigó 0,15 m

En els diferents tancaments cal definir la relació climàtica amb el local adjacent:

- Local No condicionat. No Kg.
- Local a altra temperatura. Si Kg.
- Local a igual temperatura. No Kg.
- Local No condicionat. Si Kg.

En les Finestres cal definir alçada, amplada, orientació i tipus (Figura 2.11), des de la base de dades.

Per la casa prefabricada es tria un tipus de vidre doble Climalit/Planilux de 6-8-5mm d'espessor (8 la cambra d'aire), persiana exterior de color clar i fusteria metàl·lica, tal com s'indica al projecte constructiu de la casa..

Respecte a les Portes, s'escull una porta exterior de 0,8m x 2m, de 0,045m de gruix, de fusta de cedre o similar, introduint a la base de dades una porta de característiques similars.

Les portes interiors, de fusta de cirerer o similar, tindran unes dimensions de 0,7m x 2m, i 0,035m de gruix.

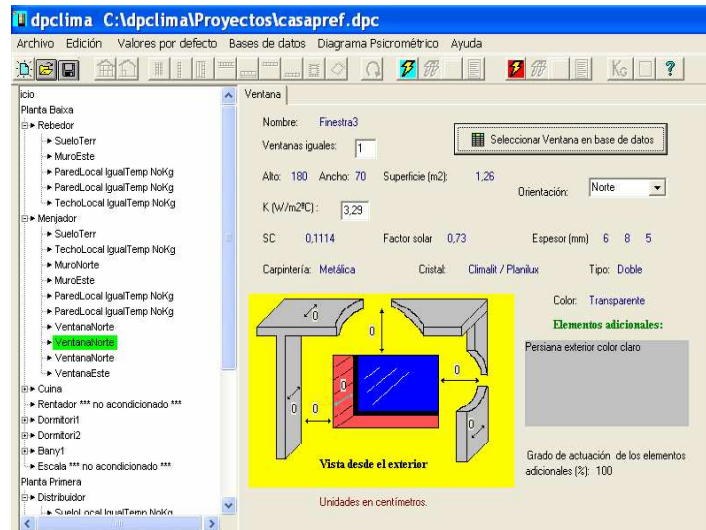


Fig. 2.11. DpClima: Definició dels tipus de finestres de cada local.

Cal dir que, a l'hora d'introduir les parets de cada local al programa, les que es troben adjacents a un altre local a igual temperatura no caldria definir-les, doncs es troben en relació isotèrmica, però han estat considerades per tal de definir completament la totalitat de l'edifici, clicant a la opció *Local a igual temperatura* (Figura 2.12).

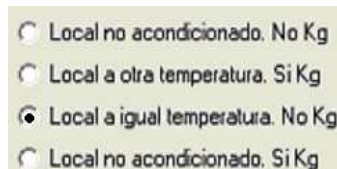


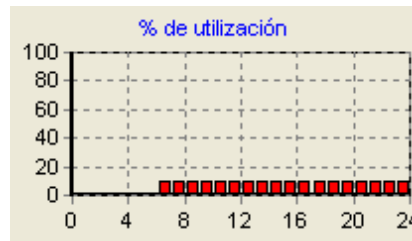
Fig. 2.12. DpClima: Relaciones entre dos locales que comparten tancament.



2.1.1.2. Resum de característiques dels locals de l'edifici

Rebedor

Gràfic d'utilització:



Superfície: 9,49 m²

Alçada: 2,5 m

Volum útil: 23,73 m³

Acabat del terra: Paviment/terrazzo

Control ventilació: Proporcional al n° d'ocupants

Ventilacions: 14

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 4

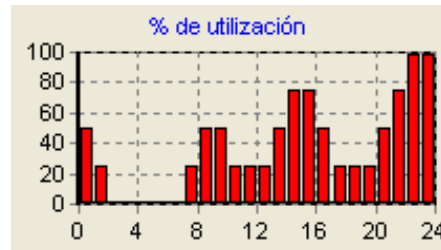
Activitat: De peu, treball lleuger

Il·luminació: Fluorescent amb reactància / halògena: 60 W

Altres càrregues: 0 W

Tancaments:

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	9,49
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	9,49
Mur Exterior	Orientació Est / Color medio	4,67
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	11,50
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	11,50
Porta Exterior	Orientació Est	1,6
Porta Interior	5 portes, a locals a igual temperatura	1,4

**Menjador****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 25,91 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 64,78 m³**Acabat del terra:** Paviment/terratzo**Control ventilació:** Proporcional al nº d'ocupants **Ventilacions:** 38

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 4**Activitat:** Assegut, treball lleuger**Il·luminació:** Incandescent: 300 W

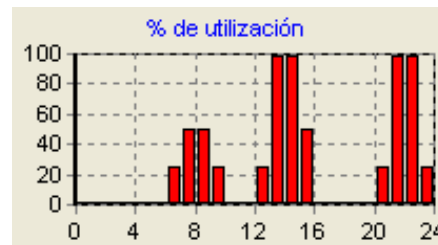
Fluorescent amb reactància / halògena: 200 W

Altres càrregues: 300 W Calor sensible**Tancaments:**

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	25,91
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	25,91
Mur Exterior	Orientació Nord / Color medio	11,2
Mur Exterior	Orientació Est / Color medio	13,3
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	10,6
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	12,3
Finestra	Orientació Nord	1,4
Finestra	Orientació Nord	1,26
Finestra	Orientació Nord	3,6
Finestra	Orientació Est	1,5
Porta Interior	2 portes, a locals a igual temperatura	1,4

Cuina

Gràfic d'utilització:



Superfície: 12,31 m² **Alçada:** 2,5 m **Volum útil:** 30,78 m³

Acabat del terra: Paviment/terrazzo

Control ventilació: Proporcional al n° d'ocupants

Ventilacions: 45

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 4

Activitat: De peu, treball moderat

Il·luminació: Fluorescent amb reactància / halògena: 190 W

Altres càrregues: 1620 W Calor Sensible / 250 W Calor Latent

Tancaments:

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	12,31
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	12,31
Mur Exterior	Orientació Nord / Color medio	9,1
Mur Exterior	Orientació Oest / Color medio	7,3
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	10,6
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	2,5
Mur Interior	Cap a local No Condicionat	6,6
Finestra	Orientació Nord	3
Porta Interior	2 a locals a igual temperatura	1,4
Porta Interior	1 a local No Condicionat	1,4

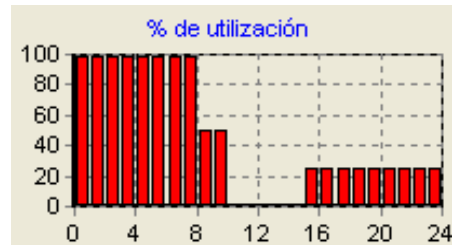
**Rentador** (No Condicionat)**Superfície:** 3,77 m² **Alçada:** 2,5 m **Volum útil:** 9,43 m³**Acabat del terra:** Paviment/terratzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 10

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** De peu, treball moderat**Il·luminació:** Fluorescent amb reactància / halògena: 60 W**Altres càrregues:** 0 W**Escala** (No Condicionat)**Superfície:** 4,5 m² **Alçada:** 2,5 m **Volum útil:** 11,25 m³**Acabat del terra:** Paviment/terratzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 7

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 4**Activitat:** De peu, treball moderat**Il·luminació:** Fluorescent amb reactància / halògena: 90 W**Altres càrregues:** 0 W

Dormitori 1**Gràfic d'utilització:****Superfície:** 11,51 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 28,78 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 17

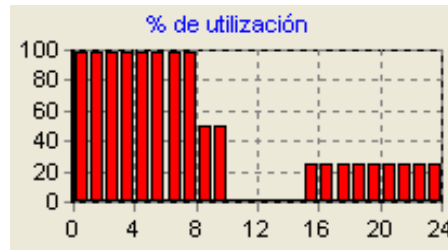
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 2**Activitat:** Assegut, repòs**Il·luminació:** Incandescent: 100 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	11,51
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	11,51
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	7,3
Mur Exterior	Mur direcció Sud / Color medio	9,3
Mur Interior	Cap a local a No Condicionat	10
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,3
Finestra	Orientació Sud	3
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4

Dormitori 2

Gràfic d'utilització:



Superfície: 10,54 m² **Alçada:** 2,5 m **Volum útil:** 26,35 m³

Acabat del terra: Paviment/terratzo

Control ventilació: Proporcional al n° d'ocupants

Ventilacions: 16

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1

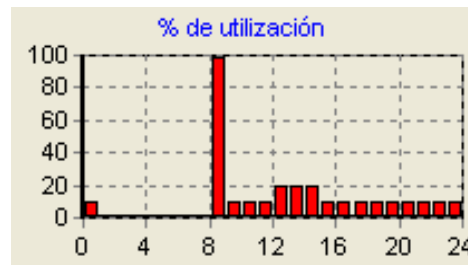
Activitat: Assegut, repòs

Il·luminació: Incandescent: 100 W

Altres càrregues: 0 W

Tancaments:

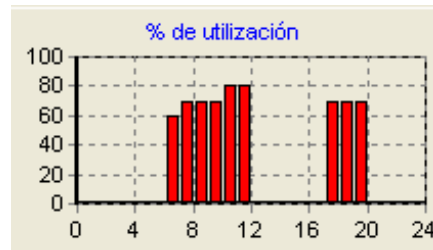
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	10,54
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	10,54
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	10
Mur Exterior	Mur direcció Sud / Color medio	6
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	10
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	6,8
Finestra	Orientació Est	1,5
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4

**Bany 1****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 6,56 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 16,4 m³**Acabat del terra:** Paviment/terratzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 50

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** De peu, treball lleuger**Il·luminació:** Incandescent: 60 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

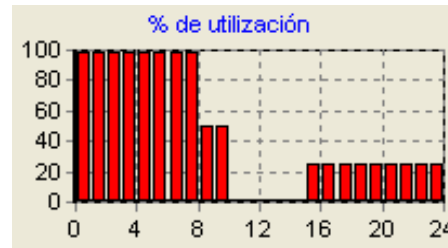
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl al terreny	16,4
Sostre	Sostre 1 (cap a primera planta)	16,4
Mur Exterior	Mur direcció Sud / Color medio	3,8
Mur Exterior	Mur direcció Oest / Color medio	2,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	4,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	6,3
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	10
Finestra	Orientació Oest	0,56
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4

Distribuïdor**Gràfic d'utilització:****Superfície:** 6,14 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 15,35 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al nº d'ocupants**Ventilacions:** 9

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 4**Activitat:** De peu, treball lleuger**Il·luminació:** Fluorescent amb reactància / halògena: 122 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

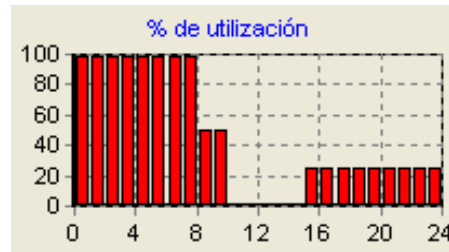
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	6,14
Sostre	Sostre a l'exterior	6,14
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,3
Mur Interior	Cap a local No condicionat	7,3
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	2,5
Porta Interior	4 portes, a locals a igual temperatura	1,4
Porta Interior	1 porta, a local No Condicionat	1,4

**Dormitori 3****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 14,79 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 39,98 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 22

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 2**Activitat:** Assegut, repòs**Il·luminació:** Incandescent 100 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

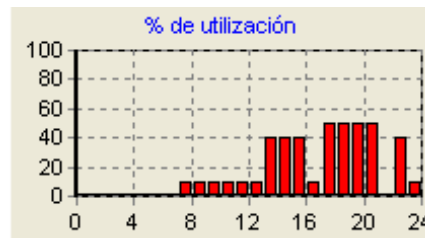
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	14,79
Sostre	Sostre a l'exterior	14,79
Mur Exterior	Mur direcció Nord / Color medio	9,5
Mur Exterior	Mur direcció Oest / Color medio	8,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	12,50
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	4
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	4
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	5,5
Porta Interior	5 portes, a locals a igual temperatura	1,4
Finestra	Orientació Nord	3

Dormitori 4**Gràfic d'utilització:****Superfície:** 11,15 m² **Alçada:** 2,5 m **Volum útil:** 27,88 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al nº d'ocupants**Ventilacions:** 17

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** Assegut, repòs**Il·luminació:** Incandescent 100 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

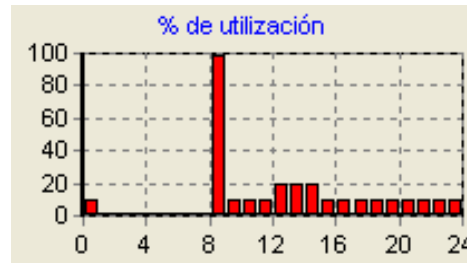
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	11,15
Sostre	Sostre a l'exterior	11,15
Mur Exterior	Mur direcció Nord / Color medio	8,5
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	7,3
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	2,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	10,25
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	9,5
Finestra	Orientació Nord	3
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4

**Despatx****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 7,93 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 19,83 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 12

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** Assegut, treball lleuger**Il·luminació:** Incandescent 100 W**Altres càrregues:** 450 W Calor Sensible**Tancaments:**

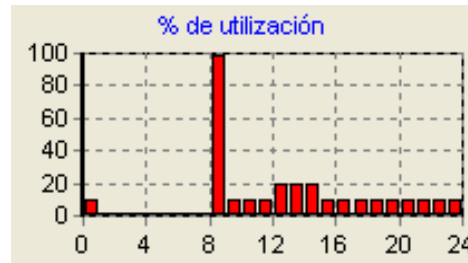
Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	7,93
Sostre	Sostre a l'exterior	7,93
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	7,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,5
Mur Interior	Cap a local No Condicionat	7,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	4
Mur Interior	Cap a local No Condicionat	3,5
Porta Interior	1 portes, a local a igual temperatura	1,4
Finestra	Orientació Est	0,56

**Bany 2****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 5,69 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 14,23 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 41

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** De peu, treball lleuger**Il·luminació:** Fluorescent amb reactància / halògena: 60 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	5,69
Sostre	Sostre a l'exterior	5,69
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7,5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	5
Finestra	Orientació Est	0,56
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4

**Bany 3****Gràfic d'utilització:****Superfície:** 4,26 m²**Alçada:** 2,5 m**Volum útil:** 10,65 m³**Acabat del terra:** Paviment/terrazzo**Control ventilació:** Proporcional al n° d'ocupants**Ventilacions:** 31

Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55

Nombre màxim d'ocupants: 1**Activitat:** De peu, treball lleuger**Il·luminació:** Fluorescent amb reactància / halògena: 60 W**Altres càrregues:** 0 W**Tancaments:**

Tancament	Descripció	Superfície (m ²)
Sòl	Sòl (cap a planta baixa)	4,26
Sostre	Sostre a l'exterior	4,26
Mur Exterior	Mur direcció Est / Color medio	5
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	3,8
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7
Mur Interior	Cap a local a igual temperatura	7
Finestra	Orientació Oest	0,56
Porta Interior	1 porta, a local a igual temperatura	1,4



2.1.1.3. Resultats DpClima

El programa realitza els càlculs per calefacció o refrigeració i els detalla en documents tabulats i gràfics. Per què el programa calculi els resultats que volem obtenir, disposem d'una sèrie d'icones a partir de les quals el programa demanarà certs paràmetres sobre els resultats que necessitem, com si els volem per locals, per zones, generals, en gràfic, llistats, ...

A continuació es mostren els resultats en mode calefacció, on es podrà, també, observar les dades sobre tancaments, etc., que no han estat detallades anteriorment, com els coeficients K que en resulten de cada element, i també la seva càrrega sensible.

Nota: DpClima calcula la càrrega total de calefacció referida a les potències màximes en el total de l'edifici, no com a suma de les màximes de les dependències.



Disseny instal·lació energia solar tèrmica en un habitatge prefabricat.

Empresa: UdL Autor: Verónica Alaminos Fernández Fecha: 05/10/2006 Referencia: PFC

Cargas Térmicas Detalladas del Edificio, de sus Zonas y de sus Locales

Cargas Térmicas de Calefacción Máximas Sensibles

Ubicación y condiciones del exterior

Localidad : Lérida Altitud: 323 m Latitud: 41.6 °
Oscilación máxima anual (OMA): 40.4 °C Velocidad del viento 0 m/s Temp.
terreno en invierno : 6 °C
Nivel percentil anual : 99.6 % Tª seca : -4.6 °C Humedad relativa : 85 %
Oscilación media diaria (OMD): 7 °C
Materiales Circundantes: Estándar
Turbiedad de la atmósfera: Estándar

Local: Rebedor Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 9.49 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.421)

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 9.49 m² K : 2.06 W/m²°C Tª terreno : 6.009 °C

C. Sensible : -273 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 4.67 m² K : 0.6 W/m²°C Tª equivalente : -1.363 °C

C. Sensible : -59 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 11.5 m² K : 0.71 W/m²°C Tª equivalente : 7.715 °C

C. Sensible : -100 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 11.5 m² K : 0.71 W/m²°C Tª equivalente : 7.715 °C

C. Sensible : -100 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
Superficie: 9.49 m² K : 3.43 W/m²°C Tª equivalente : 9.003 °C

C. Sensible : -357 W

Puerta:

Nombre: PortaExt Superficie total : 1.6 m² K equiv.: 2 W/m²°C Orient.: Este
C Sen. cond.: -78 W

C. Sensible : -78 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior



Verónica Alaminos Fernández



Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 N° en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met

Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W

Distribución : rebedor C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 2 W**Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)**

C. Latente : 0 W C. Sensible : -53 W

SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : -1113 W

Factor de calor sensible = 1 Calor Total = -1113 W

Ratio Total : -117 W/m² Ratio Sensible : -117 W/m²Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 239 m³/h**Local: Menjador Hora de Cálculo: 8 Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 25.91 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -4.074 °C Hr : 81 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.154)Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²Superficie : 25.91 m² K : 2.06 W/m²°C T^a terreno : 6.009 °C**C. Sensible : -746 W****Cerramientos interiores:**Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²Superficie: 25.91 m² K : 3.43 W/m²°C T^a equivalente : 8.638 °C**C. Sensible : -1009 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Norte Color : MedioSuperficie : 11.2 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.112 °C**C. Sensible : -148 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : MedioSuperficie : 13.3 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.112 °C**C. Sensible : -176 W****Cerramientos interiores:**Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²Superficie: 10.6 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C**C. Sensible : -92 W**



Verónica Alaminos Fernández

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 12.3 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C

C. Sensible : -106 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra4 Superficie: 1.4 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 17 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -110 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -110 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra3 Superficie: 1.26 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 17 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -99 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -99 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra5 Superficie: 3.6 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 17 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -285 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -283 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra7 Superficie: 1.5 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 17 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -118 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -118 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 2 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.96 °C C Sen. cond.: -38 W

C. Sensible : -38 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.96 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met
Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W
Distribución : Menjador
C Sen. inst. : 77 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 38 W

C. Latente : 38 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 9.5 m³/h****C. Latente : -28 W C. Sensible : -76 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : -147 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : 10 W C. Sensible : -3077 W
Factor de calor sensible = 1 Calor Total = -3067 W
Ratio Total : -118 W/m² Ratio Sensible : -119 W/m²
Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 660 m³/h

Local: Cuina Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 12.31 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.



Verónica Alaminos Fernández

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.325)

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 12.31 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -355 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
Superficie: 12.31 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.823 °C

C. Sensible : -471 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Exterior Peso : 173.52 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 7.3 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -1.61 °C

C. Sensible : -86 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Exterior Peso : 173.52 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
Superficie : 9.1 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -1.61 °C

C. Sensible : -108 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 10.75 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 7.718 °C

C. Sensible : -93 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 6.6 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 7.718 °C

C. Sensible : -57 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 2.5 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 7.718 °C

C. Sensible : -21 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -242 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -242 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met
Calor sensible por persona : 135 W Calor latente por persona : 92 W
Distribución : Cuina
C Sen. inst. : 99 W C Sen. almac. : 10 W C Lat. inst. : 92 W

C. Latente : 92 W C. Sensible : 109 W**Ventilación: 11.25 m³/h****C. Latente : -33 W C. Sensible : -92 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 2 W C. Sensible : -74 W**



Verónica Alaminos Fernández



SUMA TOTAL: C. Latente : 61 W C. Sensible : -1547 W
 Factor de calor sensible = 1.04 Calor Total = -1486 W
 Ratio Total : -121 W/m² Ratio Sensible : -126 W/m²
 Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 332 m³/h

Local: Rentador Local no acondicionado

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.265)

Local: Dormitori1 Hora de Cálculo: 11 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 11.51 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : -0.1406 °C Hr : 58 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 6
 Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.174)

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
 Superficie : 11.51 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -332 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
 Superficie: 11.51 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.458 °C

C. Sensible : -455 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 7.3 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -98 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
 Superficie : 9.3 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -125 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
 Superficie: 7.3 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -54 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
 Superficie: 10 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -74 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Sur
 Radiación transmitida ventana : 29 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -198 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 2 W

C. Sensible : -194 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 9.93 °C C Sen. cond.: -16 W

C. Sensible : -16 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
 Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
 Distribución : Dormitori



Verónica Alaminos Fernández



C Sen. inst. : 0 W

C Sen. almac. : 51 W

C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 51 W**Ventilación: 17 m3/h****C. Latente : -51 W C. Sensible : -114 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -3 W C. Sensible : -71 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : -54 W C. Sensible : -1482 W

Factor de calor sensible = 0.96 Calor Total = -1536 W

Ratio Total : -133 W/m2 Ratio Sensible : -129 W/m2

Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 318 m3/h

Local: Dormitori2 Hora de Cálculo: 11 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 10.54 m2

Altura : 2.5 m

AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -0.1406 °C

Hr : 58 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 20 °C

Hr : 40 %

W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m2) (latente 0 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.0949)

Nombre : PA5LA15BP15

Peso : 715 Kg/m2

Superficie : 10.54 m2

K : 2.063 W/m2°C

Tª terreno : 6 °C

C. Sensible : -304 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m2

Superficie: 10.54 m2 K : 3.425 W/m2°C

Tª equivalente : 8.458 °C

C. Sensible : -416 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2

Orientación : Este

Color : Medio

Superficie : 10 m2 K : 0.6003 W/m2°C

Tª equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -135 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2

Orientación : Sur

Color : Medio

Superficie : 6 m2 K : 0.6003 W/m2°C

Tª equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -81 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m2

Superficie: 10 m2 K : 0.7053 W/m2°C

Tª equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -74 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m2

Superficie: 6.8 m2 K : 0.7053 W/m2°C

Tª equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -50 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra5 Superficie: 1.5 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este

Radiación transmitida ventana : 29 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11

C Sen. cond.: -99 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -97 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior

Temp. Equivalente : 9.93 °C C Sen. cond.: -16 W

C. Sensible : -16 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met



Verónica Alaminos Fernández



Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W

Distribución : Dormitori

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 25 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 25 W**Ventilación: 16 m3/h****C. Latente : -48 W C. Sensible : -107 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -3 W C. Sensible : -63 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : -51 W C. Sensible : -1318 W

Factor de calor sensible = 0.96 Calor Total = -1369 W

Ratio Total : -130 W/m2 Ratio Sensible : -125 W/m2

Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 283 m3/h

Local: Bany1 Hora de Cálculo: 9 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 6.56 m2 Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -3.03 °C Hr : 74 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m2) (latente 0 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.152)

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m2

Superficie : 6.56 m2 K : 2.063 W/m2°C Tª terreno : 6 °C

C. Sensible : -189 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m2

Superficie: 6.56 m2 K : 3.425 W/m2°C Tª equivalente : 8.514 °C

C. Sensible : -258 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre: EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 3.8 m2 K : 0.6 W/m2°C Tª equivalente : -2.4 °C

C. Sensible : -51 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre: EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Medio

Superficie : 2.5 m2 K : 0.6 W/m2°C Tª equivalente : -2.4 °C

C. Sensible : -33 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m2

Superficie: 4.5 m2 K : 0.71 W/m2°C Tª equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -37 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m2

Superficie: 6.3 m2 K : 0.7053 W/m2°C Tª equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -52 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m2

Superficie: 10 m2 K : 0.7053 W/m2°C Tª equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -83 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Oeste

Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115

C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W



Verónica Alaminos Fernández

**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Distribución : Bany
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 50 m³/h****C. Latente : -150 W C. Sensible : -383 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -4 W C. Sensible : -53 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : -67 W C. Sensible : -1109 W
Factor de calor sensible = 0.94 Calor Total = -1176 W
Ratio Total : -179 W/m² Ratio Sensible : -169 W/m²
Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 238 m³/h

Local: Escala Local no acondicionadoRatio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.222)**Local: Distribuidor Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 6.14 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.651)

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
Superficie: 6.14 m² K : 3.43 W/m²°C T^a equivalente : 9.003 °C

C. Sensible : -231 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 6.14 m² K : 3.65 W/m²°C T^a equivalente : 8.696 °C

C. Sensible : -253 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 7.3 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.715 °C

C. Sensible : -63 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 7.3 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.715 °C

C. Sensible : -63 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.715 °C

C. Sensible : -65 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²



Verónica Alaminos Fernández

Superficie: 2.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.715 °C**C. Sensible : -21 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W**C. Sensible : -19 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W**C. Sensible : -19 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W**C. Sensible : -19 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W**C. Sensible : -19 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 7.71 °C C Sen. cond.: -19 W**C. Sensible : -19 W****Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met

Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W

Distribución : variable

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 6 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 6 W**Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : -39 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : -805 W

Factor de calor sensible = 1 Calor Total = -805 W

Ratio Total : -131 W/m² Ratio Sensible : -131 W/m²Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 173 m³/h**Local: Dormitori3 Hora de Cálculo: 11 Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 14.79 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -0.1406 °C Hr : 58 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.135)**Cerramientos interiores:**Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²Superficie: 14.79 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.458 °C**C. Sensible : -584 W****Cerramientos interiores:**Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²Superficie: 14.79 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.374 °C**C. Sensible : -628 W****Ventanas:**Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: NorteRadiación transmitida ventana : 29 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115



Verónica Alaminos Fernández



C Sen. cond.: -198 W

C Sen. inst. rad. : 2 W

C Sen. almac. rad. : 2 W

C. Sensible : -194 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR

Peso : 164 Kg/m²

Orientación : Norte

Color : Medio

Superficie : 9.5 m²K : 0.6003 W/m²°CT^a equivalente : -2.501 °C**C. Sensible : -128 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR

Peso : 164 Kg/m²

Orientación : Oeste

Color : Medio

Superficie : 8.5 m²K : 0.6003 W/m²°CT^a equivalente : -2.501 °C**C. Sensible : -114 W****Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior

Peso : 21.5 Kg/m²Superficie: 12.5 m²K : 0.71 W/m²°CT^a equivalente : 9.384 °C**C. Sensible : -109 W****Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior

Peso : 21.5 Kg/m²Superficie: 4 m²K : 0.71 W/m²°CT^a equivalente : 9.384 °C**C. Sensible : -30 W****Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior

Peso : 21.5 Kg/m²Superficie: 4 m²K : 0.71 W/m²°CT^a equivalente : 9.384 °C**C. Sensible : -30 W****Puerta:**

Nombre: PortaInt

Superficie: 1.6 m²K : 1 W/m²°C

Interior

Temp. Equivalente : 9.93 °C

C Sen. cond.: -16 W

C. Sensible : -16 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt

Superficie: 1.6 m²K : 1 W/m²°C

Interior

Temp. Equivalente : 9.93 °C

C Sen. cond.: -16 W

C. Sensible : -16 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met

Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W

Distribución : Dormitori

C Sen. inst. : 0 W

C Sen. almac. : 51 W

C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 51 W**Ventilación: 22 m³/h****C. Latente : -66 W C. Sensible : -147 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -4 W C. Sensible : -98 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : -70 W C. Sensible : -2043 W

Factor de calor sensible = 0.96 Calor Total = -2113 W

Ratio Total : -143 W/m² Ratio Sensible : -138 W/m²Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 438 m³/h**Local: Dormitori4 Hora de Cálculo: 11 Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 11.15 m²

Altura : 2.5 m

AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores

Ts : -0.1406 °C

Hr : 58 %

W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Condiciones interiores

Ts : 20 °C

Hr : 40 %

W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.0897)



Verónica Alaminos Fernández

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
Superficie: 11.15 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.458 °C

C. Sensible : -440 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 11.15 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.374 °C

C. Sensible : -473 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 29 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -198 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 2 W

C. Sensible : -194 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
Superficie : 8.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -114 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 7.3 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.501 °C

C. Sensible : -98 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 10.25 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -76 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 2.5 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -18 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 9.5 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 9.446 °C

C. Sensible : -70 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 9.93 °C C Sen. cond.: -16 W

C. Sensible : -16 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
Distribución : Dormitori
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 25 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 25 W**Ventilación: 17 m³/h****C. Latente : -51 W C. Sensible : -114 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -3 W C. Sensible : -81 W**

SUMA TOTAL: C. Latente : -54 W C. Sensible : -1685 W
Factor de calor sensible = 0.96 Calor Total = -1739 W
Ratio Total : -156 W/m² Ratio Sensible : -151 W/m²
Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 362 m³/h



Verónica Alaminos Fernández

**Local: Despatx Hora de Càlculo: 8 Mes de Càlculo: FEB**

Superfície : 7.93 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : -4.074 °C Hr : 81 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 6
 Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.126)

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
 Superficie: 7.93 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.65 °C

C. Sensible : -308 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
 Superficie: 7.93 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.335 °C

C. Sensible : -337 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
 Radiación transmitida ventana : 17 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -44 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -44 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 7.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.111 °C

C. Sensible : -99 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 3,5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C

C. Sensible : -17 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C

C. Sensible : -65 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C

C. Sensible : -65 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 4 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 7.764 °C

C. Sensible : -34 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 7.96 °C C Sen. cond.: -19 W

C. Sensible : -19 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 0 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met
 Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W
 Distribución : Despatx
 C Sen. inst. : 7 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 3 W

C. Latente : 3 W C. Sensible : 8 W**Ventilación: 1.2 m³/h****C. Latente : -3 W C. Sensible : -9 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : -50 W**



Verónica Alaminos Fernández



SUMA TOTAL: C. Latente : 0 W C. Sensible : -1039 W
 Factor de calor sensible = 1 Calor Total = -1039 W
 Ratio Total : -131 W/m² Ratio Sensible : -131 W/m²
 Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 223 m³/h

Local: Bany2 Hora de Cálculo: 9 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 5.69 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : -3.03 °C Hr : 74 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 6
 Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.176)

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
 Superficie: 5.69 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.514 °C

C. Sensible : -223 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
 Superficie: 5.69 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -244 W

Ventanas:

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
 Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -67 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -63 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -63 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
 Superficie: 5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -42 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
 Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
 Distribución : Bany
 C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -314 W



Verónica Alaminos Fernández

**Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)**

C. Latente : -2 W C. Sensible : -50 W

SUMA TOTAL: C. Latente : -38 W C. Sensible : -1036 W
 Factor de calor sensible = 0.96 Calor Total = -1074 W
 Ratio Total : -189 W/m² Ratio Sensible : -182 W/m²
 Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 222 m³/h

Local: Bany3 Hora de Cálculo: 9 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 4.26 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
 Condiciones exteriores Ts : -3.03 °C Hr : 74 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.
 Temp. Terreno : 6
 Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
 Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.235)

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 1 Peso : 460 Kg/m²
 Superficie: 4.26 m² K : 3.425 W/m²°C T^a equivalente : 8.514 °C

C. Sensible : -167 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
 Superficie: 4.26 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -183 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Oeste
 Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
 Superficie : 3.75 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -50 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
 Superficie: 3.75 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -31 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
 Superficie: 7 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -58 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
 Superficie: 7 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -58 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
 Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
 Distribución : Bany
 C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W



Verónica Alaminos Fernández

Ventilación: 31 m³/h

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -93 W C. Sensible : -237 W

C. Latente : -1 W C. Sensible : -38 W

SUMA TOTAL: C. Latente : -7 W C. Sensible : -792 W

Factor de calor sensible = 0.99 Calor Total = -799 W

Ratio Total : -188 W/m² Ratio Sensible : -186 W/m²Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 170 m³/h**Zona: Planta Baixa Hora de Cálculo: 9 Mes de Cálculo: ENE**Superficie : 76.32 m² Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -3.244 °C Hr : 77 % W : 0.0022114 Kg/Kg a.s.

Temp. Terreno : 6

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.21)**Local: Rebedor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²Superficie : 9.49 m² K : 2.06 W/m²°C T^a terreno : 6.009 °C

C. Sensible : -273 W

Cerramientos al exterior:Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : MedioSuperficie : 4.67 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.07 °C

C. Sensible : -61 W

Puerta:Nombre: PortaExt Superficie total : 1.6 m² K equiv.: 2 W/m²°C Orient.: Este

C Sen. cond.: -70 W

C. Sensible : -70 W

Puerta:Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Puerta:Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Puerta:Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Puerta:Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Puerta:Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met



Verónica Alaminos Fernández



Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
 Como suma locales. Distribución local: rebedor Factor de simultaneidad : 100 %
 C Sen. inst. : 36 W C Sen. almac. : 6 W C Lat. inst. : 34 W

C. Latente : 34 W C. Sensible : 42 W

Ventilación: 1.4 m3/h

C. Latente : -4 W C. Sensible : -10 W

Local: Menjador

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
 Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m2
 Superficie : 25.91 m2 K : 2.06 W/m2°C Tª terreno : 6.009 °C

C. Sensible : -746 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 11.2 m2 K : 0.6 W/m2°C Tª equivalente : -2.07 °C

C. Sensible : -148 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 13.3 m2 K : 0.6 W/m2°C Tª equivalente : -2.07 °C

C. Sensible : -176 W

Ventanas:

Nombre: Finestra4 Superficie: 1.4 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 19 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
 C Sen. cond.: -107 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -107 W

Ventanas:

Nombre: Finestra3 Superficie: 1.26 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 19 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
 C Sen. cond.: -96 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -96 W

Ventanas:

Nombre: Finestra5 Superficie: 3.6 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 19 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -275 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -273 W

Ventanas:

Nombre: Finestra7 Superficie: 1.5 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este
 Radiación transmitida ventana : 19 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -113 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 2 W/m2°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -37 W

C. Sensible : -37 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met
 Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W
 Como suma locales. Distribución local: Menjador Factor de simultaneidad : 100 %
 C Sen. inst. : 155 W C Sen. almac. : 17 W C Lat. inst. : 76 W

C. Latente : 76 W C. Sensible : 172 W

Ventilación: 19 m3/h

C. Latente : -56 W C. Sensible : -147 W

Local: Cuina



Verónica Alaminos Fernández



Condiciones interiores T_s : 20 °C H_r : 40 %
 Nombre : PA5LA15BP15 $Peso$: 715 Kg/m²
 Superficie : 12.31 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -355 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Exterior $Peso$: 173.52 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
 Superficie : 7.3 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -1.944 °C

C. Sensible : -88 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Exterior $Peso$: 173.52 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 9.1 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -1.944 °C

C. Sensible : -109 W**Cerramientos interiores:**

Nombre : Interior $Peso$: 21.52 Kg/m²
 Superficie : 6.6 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.114 °C

C. Sensible : -55 W**Ventanas:**

Nombre : Finestra1 Superficie : 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 19 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
 C Sen. cond.: -229 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -228 W**Puerta:**

Nombre : PortaInt Superficie : 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre : PortaInt Superficie : 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre : PortaInt Superficie : 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met
 Calor sensible por persona : 135 W Calor latente por persona : 92 W
 Como suma locales. Distribución local: Cuina Factor de simultaneidad : 100 %
 C Sen. inst. : 198 W C Sen. almac. : 28 W C Lat. inst. : 184 W

C. Latente : 184 W C. Sensible : 226 W**Ventilación: 22.5 m³/h****C. Latente : -67 W C. Sensible : -174 W****Local: Rentador Local no acondicionado****Local: Dormitori1**

Condiciones interiores T_s : 20 °C H_r : 40 %
 Nombre : PA5LA15BP15 $Peso$: 715 Kg/m²
 Superficie : 11.51 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -332 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR $Peso$: 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 7.3 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.069 °C

C. Sensible : -96 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR $Peso$: 164 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
 Superficie : 9.3 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.069 °C

C. Sensible : -123 W



Verónica Alaminos Fernández

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²
Superficie: 10 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.114 °C

C. Sensible : -83 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 19 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -229 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -227 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 141 W C Sen. almac. : 67 W C Lat. inst. : 329 W

C. Latente : 329 W C. Sensible : 209 W**Ventilación: 17 m³/h****C. Latente : -50 W C. Sensible : -131 W****Local: Dormitori2**

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 10.54 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -304 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 10 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.069 °C

C. Sensible : -132 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 6 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.069 °C

C. Sensible : -79 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra5 Superficie: 1.5 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 19 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -114 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 70 W C Sen. almac. : 33 W C Lat. inst. : 164 W

C. Latente : 164 W C. Sensible : 104 W**Ventilación: 16 m³/h****C. Latente : -47 W C. Sensible : -123 W****Local: Bany1**

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 6.56 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -189 W



Verónica Alaminos Fernández

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 3.8 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.07 °C

C. Sensible : -50 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 2.5 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.07 °C

C. Sensible : -33 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 19 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.38 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 50 m³/h****C. Latente : -149 W C. Sensible : -387 W****Local: Escala Local no acondicionado****Propia Instalación Zona: Porcentaje 5 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 254 W****Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 25 W C. Sensible : -242 W**

Suma : C. Latente : 526 W C. Sensible : -5072 W

Factor de calor sensible = 1.11 Calor Total = -4546 W

Ratio Total : -60 W/m² Ratio Sensible : -66 W/m²Equipo zona sin toma de aire exterior Temp. Impul. : 34 °C Caudal Impul. : 2009 m³/h**Zona: Planta Baixa Hora de Cálculo: 9 Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 49.96 m² AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -3.03 °C Hr : 74 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp.

Terreno : 6

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.2)**Local: Distribuidor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 6.14 m² K : 3.65 W/m²°C T^a equivalente : 8.246 °C

C. Sensible : -263 W**Cerramientos interiores:**



Verónica Alaminos Fernández



Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 7.3 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -61 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 252 W C Sen. almac. : 34 W C Lat. inst. : 243 W

C. Latente : 243 W C. Sensible : 287 W**Ventilación: 6.3 m³/h****C. Latente : -19 W C. Sensible : -48 W****Local: Dormitori3**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 14.79 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -635 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -224 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
Superficie : 9.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -127 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 8.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -114 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met



Verónica Alaminos Fernández



Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
 Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
 C Sen. inst. : 141 W C Sen. almac. : 67 W C Lat. inst. : 329 W

C. Latente : 329 W C. Sensible : 209 W

Ventilación: 22 m3/h

C. Latente : -66 W C. Sensible : -168 W

Local: Dormitori4

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2
 Superficie: 11.15 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -478 W

Ventanas:

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Norte
 Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -224 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Medio
 Superficie : 8.5 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -114 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 7.3 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -98 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
 Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
 Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
 Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
 C Sen. inst. : 70 W C Sen. almac. : 33 W C Lat. inst. : 164 W

C. Latente : 164 W C. Sensible : 104 W

Ventilación: 17 m3/h

C. Latente : -51 W C. Sensible : -130 W

Local: Despatx

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2
 Superficie: 7.93 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -340 W

Ventanas:

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este
 Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
 C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
 Superficie : 7.5 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -100 W



Verónica Alaminos Fernández

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m2
Superficie: 2 m2 K : 0.71 W/m2°C Tª equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -16 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m2
Superficie: 7.5 m2 K : 0.71 W/m2°C Tª equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -63 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met
Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W
Como suma locales. Distribución local: Despatx Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 7 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 3 W

C. Latente : 3 W C. Sensible : 9 W**Ventilación: 1.2 m3/h****C. Latente : -3 W C. Sensible : -9 W****Local: Bany2**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2
Superficie: 5.69 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -244 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre: EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 5 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -67 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 41 m3/h****C. Latente : -123 W C. Sensible : -314 W****Local: Bany3**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2
Superficie: 4.26 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -183 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115



Verónica Alaminos Fernández



C Sen. cond.: -42 W

C Sen. inst. rad. : 0 W

C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR

Peso : 164 Kg/m²

Orientación : Oeste

Color : Medio

Superficie : 3.75 m²K : 0.6003 W/m²°CT^a equivalente : -2.399 °C**C. Sensible : -50 W****Puerta:**

Nombre: PortaInt

Superficie: 1.6 m²K : 1 W/m²°C

Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C

C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met

Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W

Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 90 W

C Sen. almac. : 0 W

C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 31 m³/h****C. Latente : -93 W C. Sensible : -237 W****Propia Instalación Zona: Porcentaje 5 (%)****C. Latente : 0 W****C. Sensible : 192 W****Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 27 W****C. Sensible : -183 W**

Suma :

C. Latente : 585 W

C. Sensible : -3833 W

Factor de calor sensible = 1.18

Calor Total = -3248 W

Ratio Total : -65 W/m²Ratio Sensible : -77 W/m²

Equipo zona sin toma de aire exterior

Temp. Impul. : 34 °C

Caudal Impul. : 1517 m³/h**Edificio****Hora de Cálculo: 9****Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 126.28 m²

Condiciones exteriores Ts : -3.03 °C

Hr : 74 %

W : 0.0021781 Kg/Kg a.s.

Temp.

Terreno : 6

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.206)**Zona: Planta Baixa****Local: Rebedor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C

Hr : 40 %

Nombre : PA5LA15BP15

Peso : 715 Kg/m²Superficie : 9.49 m²K : 2.06 W/m²°CT^a terreno : 6.009 °C**C. Sensible : -273 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR

Peso : 164 Kg/m²

Orientación : Este

Color : Medio

Superficie : 4.67 m²K : 0.6 W/m²°CT^a equivalente : -2.4 °C**C. Sensible : -62 W****Puerta:**

Nombre: PortaExt

Superficie total : 1.6 m²K equiv.: 2 W/m²°C

Orient.: Este

C Sen. cond.: -68 W

C. Sensible : -68 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt

Superficie: 1.6 m²K : 1 W/m²°C

Interior



Verónica Alaminos Fernández



Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Ocupantes:**Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: rebedor Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 36 W C Sen. almac. : 6 W C Lat. inst. : 34 W**C. Latente : 34 W C. Sensible : 42 W****Ventilación: 1.4 m³/h****C. Latente : -4 W C. Sensible : -10 W****Local: Menjador**Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 25.91 m² K : 2.06 W/m²°C T^a terreno : 6.009 °C**C. Sensible : -746 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
Superficie : 11.2 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.4 °C**C. Sensible : -150 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 13.3 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.4 °C**C. Sensible : -178 W****Ventanas:**Nombre: Finestra4 Superficie: 1.4 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -106 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W**C. Sensible : -105 W****Ventanas:**Nombre: Finestra3 Superficie: 1.26 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -95 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W**C. Sensible : -94 W****Ventanas:**Nombre: Finestra5 Superficie: 3.6 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -272 W C Sen. inst. rad. : 3 W C Sen. almac. rad. : 1 W**C. Sensible : -268 W****Ventanas:**Nombre: Finestra7 Superficie: 1.5 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este



Verónica Alaminos Fernández

Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115

C Sen. cond.: -113 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -112 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 2 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -36 W

C. Sensible : -36 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met

Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W

Como suma locales. Distribución local: Menjador Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 155 W C Sen. almac. : 17 W C Lat. inst. : 76 W

C. Latente : 76 W C. Sensible : 172 W**Ventilación: 19 m³/h****C. Latente : -57 W C. Sensible : -145 W****Local: Cuina**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²Superficie : 12.31 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C**C. Sensible : -355 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : Exterior Peso : 173.52 Kg/m² Orientación : Oeste Color : MedioSuperficie : 7.3 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -2.283 °C**C. Sensible : -89 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : Exterior Peso : 173.52 Kg/m² Orientación : Norte Color : MedioSuperficie : 9.1 m² K : 0.5494 W/m²°C T^a equivalente : -2.283 °C**C. Sensible : -111 W****Cerramientos interiores:**Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m²Superficie: 6.6 m² K : 0.7053 W/m²°C T^a equivalente : 8.163 °C**C. Sensible : -55 W****Ventanas:**Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: NorteRadiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11

C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -224 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met

Calor sensible por persona : 135 W Calor latente por persona : 92 W



Verónica Alaminos Fernández



Como suma locales. Distribución local: Cuina
C Sen. inst. : 198 W C Sen. almac. : 28 W

Factor de simultaneidad : 100 %
C Lat. inst. : 184 W

C. Latente : 184 W C. Sensible : 226 W

Ventilación: 22.5 m3/h

C. Latente : -67 W C. Sensible : -172 W

Local: Rentador Local no acondicionado

Local: Dormitori1

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m2
Superficie : 11.51 m2 K : 2.063 W/m2°C Tª terreno : 6 °C

C. Sensible : -332 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 7.3 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -98 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 9.3 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -125 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.52 Kg/m2
Superficie: 10 m2 K : 0.7053 W/m2°C Tª equivalente : 8.163 °C

C. Sensible : -83 W

Ventanas:

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -224 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 141 W C Sen. almac. : 67 W C Lat. inst. : 329 W

C. Latente : 329 W C. Sensible : 209 W

Ventilación: 17 m3/h

C. Latente : -51 W C. Sensible : -130 W

Local: Dormitori2

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m2
Superficie : 10.54 m2 K : 2.063 W/m2°C Tª terreno : 6 °C

C. Sensible : -304 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 10 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -134 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 6 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -80 W

Ventanas:

Nombre: Finestra5 Superficie: 1.5 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este



Verónica Alaminos Fernández



Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.11
C Sen. cond.: -113 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -112 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W
Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 70 W C Sen. almac. : 33 W C Lat. inst. : 164 W

C. Latente : 164 W C. Sensible : 104 W**Ventilación: 16 m³/h****C. Latente : -48 W C. Sensible : -122 W****Local: Bany1**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : PA5LA15BP15 Peso : 715 Kg/m²
Superficie : 6.56 m² K : 2.063 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -189 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 3.8 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.4 °C

C. Sensible : -51 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 2.5 m² K : 0.6 W/m²°C T^a equivalente : -2.4 °C

C. Sensible : -33 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 50 m³/h****C. Latente : -150 W C. Sensible : -383 W****Local: Escala Local no acondicionado****Zona: Planta Baixa****Local: Distribuidor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 6.14 m² K : 3.65 W/m²°C T^a equivalente : 8.246 °C

C. Sensible : -263 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²



Verónica Alaminos Fernández

Superficie: 7.3 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C**C. Sensible : -61 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Ocupantes:**Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 252 W C Sen. almac. : 34 W C Lat. inst. : 243 W**C. Latente : 243 W C. Sensible : 287 W****Ventilación: 6.3 m³/h****C. Latente : -19 W C. Sensible : -48 W****Local: Dormitori3**Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %**Cerramientos interiores:**Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 14.79 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C**C. Sensible : -635 W****Ventanas:**Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W**C. Sensible : -224 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Norte Color : Medio
Superficie : 9.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C**C. Sensible : -127 W****Cerramientos al exterior:**Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 8.5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C**C. Sensible : -114 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Puerta:**Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W**C. Sensible : -18 W****Ocupantes:**Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met
Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W



Verónica Alaminos Fernández



Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 141 W C Sen. almac. : 67 W C Lat. inst. : 329 W

C. Latente : 329 W C. Sensible : 209 W**Ventilación: 22 m3/h****C. Latente : -66 W C. Sensible : -168 W****Local: Dormitori4**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2

Superficie: 11.15 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -478 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra1 Superficie: 3 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Norte

Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115

C Sen. cond.: -227 W C Sen. inst. rad. : 2 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -224 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Medio

Superficie : 8.5 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -114 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 7.3 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -98 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m2 K : 1 W/m2°C Interior

Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo muy pesado 4.54 Met

Calor sensible por persona : 193 W Calor latente por persona : 329 W

Como suma locales. Distribución local: Dormitori Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 70 W C Sen. almac. : 33 W C Lat. inst. : 164 W

C. Latente : 164 W C. Sensible : 104 W**Ventilación: 17 m3/h****C. Latente : -51 W C. Sensible : -130 W****Local: Despatx**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m2

Superficie: 7.93 m2 K : 3.653 W/m2°C Tª equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -340 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m2 K : 3.29 W/m2°C Orient.: Este

Radiación transmitida ventana : 24 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115

C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m2 Orientación : Este Color : Medio

Superficie : 7.5 m2 K : 0.6003 W/m2°C Tª equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -100 W**Cerramientos interiores:**



Verónica Alaminos Fernández



Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 2 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -16 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Interior Peso : 21.5 Kg/m²
Superficie: 7.5 m² K : 0.71 W/m²°C T^a equivalente : 8.109 °C

C. Sensible : -63 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trabajo ligero 1.25 Met
Calor sensible por persona : 106 W Calor latente por persona : 38 W
Como suma locales. Distribución local: Despatx Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 7 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 3 W

C. Latente : 3 W C. Sensible : 9 W

Ventilación: 1.2 m³/h

C. Latente : -3 W C. Sensible : -9 W

Local: Bany2

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 5.69 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -244 W

Ventanas:

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -42 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Este Color : Medio
Superficie : 5 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -67 W

Puerta:

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -314 W

Local: Bany3

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: Sostre 2 Peso : 360 Kg/m²
Superficie: 4.26 m² K : 3.653 W/m²°C T^a equivalente : 8.239 °C

C. Sensible : -183 W

Ventanas:

Nombre: Finestra6 Superficie: 0.56 m² K : 3.29 W/m²°C Orient.: Este
Radiación transmitida ventana : 24 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.1115
C Sen. cond.: -42 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W



Verónica Alaminos Fernández

**C. Sensible : -42 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : EXTERIOR Peso : 164 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Medio
Superficie : 3.75 m² K : 0.6003 W/m²°C T^a equivalente : -2.399 °C

C. Sensible : -50 W**Puerta:**

Nombre: PortaInt Superficie: 1.6 m² K : 1 W/m²°C Interior
Temp. Equivalente : 8.49 °C C Sen. cond.: -18 W

C. Sensible : -18 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87 W
Como suma locales. Distribución local: Bany Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 90 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 87 W

C. Latente : 87 W C. Sensible : 90 W**Ventilación: 31 m³/h****C. Latente : -93 W C. Sensible : -237 W****Propia Instalación Edificio : Porcentaje 5 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 445 W****Mayoración Edificio : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 52 W C. Sensible : -424 W**

SUMA: C. Latente: 1107 W C. Sensible: -8889 W
Factor de calor sensible = 1.14 Calor Total = -7782 W
Ratio Total : -62 W/m² Ratio Sensible : -70 W/m²



Amb les dades resultants elaborem una taula resum, Taula 2.4, de la càrrega de calefacció per cada dependència:

Taula 2.4. Resum de càrregues tèrmiques per cada dependència.

Local	Superfície (m ²)	Càrrega calefacció	
		W	W/m ²
Rebedor	9,49	1.113	117
Menjador	25,91	3.067	118
Cuina	12,31	1.486	121
Rentador	3,77	-	-
Dormitori 1	11,51	1.536	133
Dormitori 2	10,54	1.369	130
Bany 1	6,56	1.176	179
Escala	4,50	-	-
Distribuïdor	6,14	805	131
Dormitori 3	14,79	2.113	143
Dormitori 4	11,15	1.739	156
Despatx	7,93	1.039	131
Bany 2	5,69	1.074	189
Bany 3	4,26	799	188



2.1.2. CÀLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ I ACS

En el següent apartat es calcula l'energia tèrmica requerida per subministrar aigua calenta sanitària durant l'any, així com l'energia tèrmica necessària per calefacció en els mesos d'hivern. Es descriuran dits resultats i els seus respectius mètodes de càlcul.

2.1.2.1. Energia necessària per Calefacció

El càlcul de l'energia necessària per calefacció per cada mes d'hivern es realitzarà seguint el *mètode graus-dia (degrees-day method)*. Aquest mètode es basa en que la quantitat de calor necessària per mantenir una temperatura interior de confort depèn, bàsicament, de la diferència de temperatures interior i exterior. La càrrega de calefacció mensual, L_{CAL} , per un edifici mantingut a 18°C es suposa proporcional al número de *graus-dia* durant el mes, segons l'Equació 2.2:

$$L_{CAL} = U \cdot A \cdot DD \cdot \Delta t \quad (2.2)$$

- On:
- L_{CAL} és la càrrega mensual de calefacció, en J/mes.
 - $U \cdot A$ producte del coef. global de pèrdues de l'edifici per l'àrea del mateix, en W/°C.
 - DD és el nombre de graus-dia del mes.
 - Δt és el nombre de segons en un mes.

El nombre de graus-dia, DD , és la diferència entre 15°C i la temperatura mitja del dia calculada com a mitjana de les temperatures màxima i mínima del mateix dia. Si la temperatura mitja del dia és superior a 15°C, DD és 0.

El quadern "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005, proporciona els valors de DD per cada mes en diferents ciutats espanyoles. A la Taula 2.5 es poden observar els graus-dia en la ciutat de Lleida.

Taula 2.5. Graus-dia en base 15°C per la ciutat de Lleida.

Mes	Ge	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	De
DD	300,3	204,4	156,8	74,5	14,3	0,2	0	0	2,0	41	174,2	302,4



El que interessarà en el càlcul serà conèixer prèviament el valor de $U \cdot A$, producte que acostuma a ser difícil d'obtenir, per després poder conèixer L_{CAL} de cada mes mitjançant els graus-dia, ja coneguts. Aïllant $U \cdot A$ de l'Equació 2.2 s'obté l'Equació 2.3:

$$U \cdot A = \frac{L_{CAL}}{DD \cdot \Delta t} \quad (2.3)$$

Es pot observar que per obtenir $U \cdot A$ es necessitarà conèixer la demanda d'energia per calefacció, L_{CAL} , almenys per un mes. Això serà possible gràcies als resultats del càlcul previ de càrregues tèrmiques per calefacció de l'apartat 2.1.1 amb el programa DpClima. El programa ens permet calcular la potència calorífica necessària de calefacció i disposar gràficament de la potència tèrmica per cada hora d'un dia per a tots els mesos de l'any, com es pot veure a la Figura 2.13.

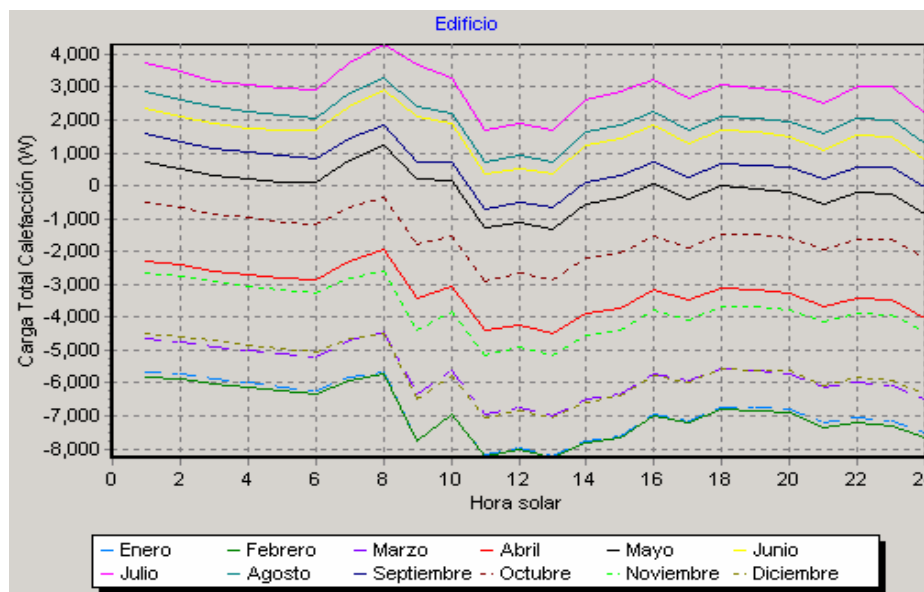


Fig. 2.13. Gràfica potència-hora de cada mes calculada pel programa DpClima.

A partir d'aquestes dades, i seguint el *mètode graus-dia*, es calcularà la necessitat d'energia per calefacció per cada mes de l'any.

A la Figura 2.14 s'escull com a mes de referència el Febrer, i es calcula l'energia tèrmica total d'un dia sumant el resultat de multiplicar la potència en W de cada hora pel nombre de segons en una hora, obtenint resultats en Joules, com es pot veure a la Taula 2.6.

**Taula 2.6. Energia de calefacció consumida durant un dia de gener.**

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	5.600	20,16	13	8.200	29,52
2	5.750	20,7	14	7.750	27,9
3	5.900	21,24	15	7.600	27,36
4	6.000	21,6	16	7.000	25,2
5	6.150	22,14	17	7.100	25,56
6	6.250	22,5	18	6.700	24,12
7	5.750	20,7	19	6.750	24,3
8	5.700	20,52	20	6.800	24,48
9	7.750	27,9	21	7.200	25,92
10	7.000	25,2	22	7.000	25,2
11	8.200	29,52	23	7.100	25,56
12	8.000	28,8	24	7.500	27
Total: 593,10 MJ/dia					

A partir del total obtingut d'energia tèrmica per un dia i de l'Equació 2.3, pel mes de febrer, el resultat del producte $U \cdot A$ serà 33,5 W/°C.

I com que $U \cdot A$ és un valor constant al llarg de l'any, l'energia diària de cada mes, L_{CAL} , es pot calcular amb l'Equació 2.2, tenint en compte les unitats, obtenint MJ/dia, i per tant MJ/mes multiplicant pel nombre de dies de cada mes. Els resultats es mostren a la Taula 2.7.

Son negligides les necessitats de calefacció dels mesos maig, juny, juliol, agost i setembre, degut a que durant el mes de maig es farà el “canvi de temporada”, en que la instal·lació solar per calefacció deixa de funcionar.

**Taula 2.7. Resultats del càlcul de l'energia tèrmica de calefacció.**

Mes	DD (°C)	L _{CAL} (MJ/dia)	N _{dm}	L _{CAL} (MJ/mes)
Gener	300,3	869,2	31	26.945
Febrer	204,4	593,1	28	16.606
Març	156,8	453,8	31	14.069
Abril	74,5	215,6	30	6.468
Maig	14,3	0	31	0
Juny	0,2	0	30	0
Juliol	0	0	31	0
Agost	0	0	31	0
Setembre	2	0	30	0
Octubre	41	118,6	31	3.676
Novembre	174,2	504,2	30	15.126
Desembre	302,4	875,2	31	27.131
TOTAL	110.021 MJ/any			

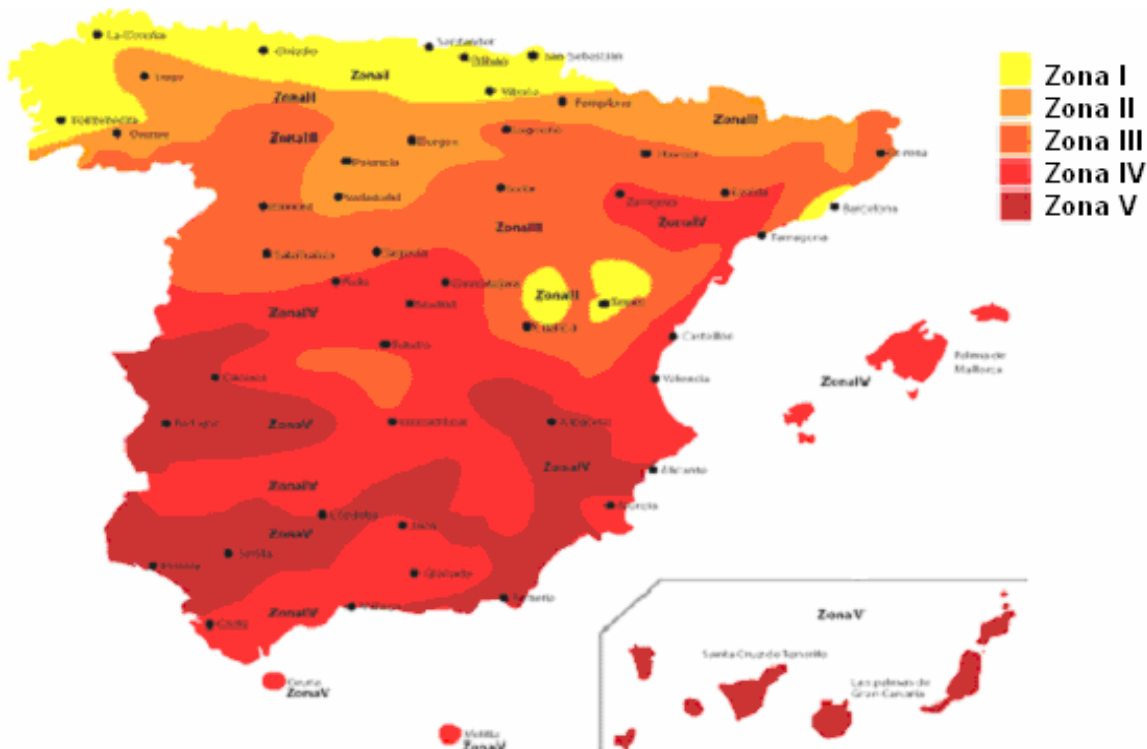
2.1.2.2. Energia necessària per ACS

El mètode de càlcul d'energia tèrmica per aigua calenta sanitària serà segons el procediment que ens mostra el quadern "Producció de l'energia tèrmica", de la mateixa assignatura, Dra. Lluïsa F. Cabeza, 2005.

La normativa actual obliga als edificis de nova construcció o rehabilitats, a cobrir la demanda energètica per producció d'ACS amb una mínima aportació solar. Aquest mínim d'energia solar que cal aportar al sistema, variarà en funció de les diferents zones climàtiques, i segons l'exigència bàsica HE-4 del document bàsic per a estalvi d'energia del Codi Tècnic de l'Edificació, any 2006, "Contribució solar mínima per ACS", la ciutat de Lleida pertany a la zona climàtica III, Figura 2.14.

La demanda mitja d'aigua calenta sanitària en litres/dia, segons tipus i finalitat de l'edifici, ve establerta també per l'exigència HE-4 del mateix document bàsic del CTE, a través de la Taula 2.8.

Fig. 2.14. Zones climàtiques.



Taula 2.8. Demanda d'aigua calenta sanitària.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

En aquest cas l'edifici és un habitatge unifamiliar prefabricat, per a 4 persones, i per tant, es considerarà un consum mitjà de 30 litres per persona i dia, a una temperatura d'ACS de 60°C, és a dir una mitjana diària de 120 litres.



El percentatge de contribució solar mínima en instal·lacions solars tèrmiques per ACS, segons la normativa establerta pel CTE, s'estableix a partir de la Taula 2.9.

Taula 2.9. Contribució solar mínima en %.

Demanda total de ACS del edifici (l/d)	Zona climàtica				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Veiem que per una demanda total d'ACS de l'edifici de 120 l/dia caldrà cobrir, almenys, un 50% de la demanda a través de l'energia solar, però tot i això, amb la nostra instal·lació es pretén cobrir al complet totes les necessitats d'ACS en els dies en que les condicions solars i climàtiques siguin favorables. De totes maneres, per sobre del CTE caldria parlar atenció a l'Ordenança reguladora de la incorporació de sistemes d'energia solar per a usos tèrmics al municipi de Lleida, que regula l'obligació d'instal·lar plaques solars per a la producció del 60% o més de la demanda d'ACS als edificis i construccions situats al terme municipal de Lleida.

La **càrrega tèrmica mensual** d'escalfament d'ACS, L_{ACS} , en MJ/mes, es pot calcular a partir de l'Equació 2.4:

$$L_{ACS} = \left(\frac{L}{pers \cdot dia} \right) \cdot (\text{nombre habitants}) \cdot N_{dm} \cdot \rho_{H_2O} \cdot C_{p_{H_2O}} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa}) \quad (2.4)$$

On: L_{ACS} és la càrrega tèrmica mensual d'escalfament d'ACS.

N_{dm} són els dies del mes.

ρ_{H_2O} és la densitat de l'aigua (1kg/L).

$C_{p_{H_2O}}$ és la calor específica de l'aigua (4,186 kJ/kg·°C).

T_{ACS} és la temperatura de l'aigua de subministrament, 60°C.

T_{xarxa} és la temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament.

nombre d'habitants de la vivenda: serà 4 habitants.



L'Equació 2.4, si substituïm els paràmetres segons la normativa vigent, quedarà de la següent manera:

$$L_{ACS} = \left(\frac{30L}{pers \cdot dia} \right) 4 \text{ persones} \cdot N_{dm} (\text{dies}) \cdot \left(\frac{1 \text{ kg}}{L} \cdot \frac{4,186 \text{ kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \right) \cdot \frac{10^{-3} \text{ MJ}}{1 \text{ kJ}} \cdot (60 - T_{xarxa}) (^\circ \text{C})$$

La dada T_{xarxa} , variant al llarg de l'any, per la ciutat de Lleida l'obtenim de les taules proporcionades al quadern de "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005, i els seus valors es mostren a la Taula 2.10.

Els resultats del càlcul de L_{ACS} per cada mes, així com el total anual, es mostren a continuació a la Taula 2.10.

Taula 2.10. Energia necessària per ACS.

Mes	N_{dm}	$T_{xarxa}(^\circ \text{C})$	$L_{ACS} (\text{MJ/mes})$
Gener	31	5	856,5
Febrer	28	6	759,5
Març	31	8	809,7
Abril	30	10	753,5
Maig	31	11	763,0
Juny	30	12	723,3
Juliol	31	13	731,9
Agost	31	12	747,5
Setembre	30	11	738,4
Octubre	31	10	778,6
Novembre	30	8	783,6
Desembre	31	5	856,5
TOTAL	9.302,0 MJ/any		



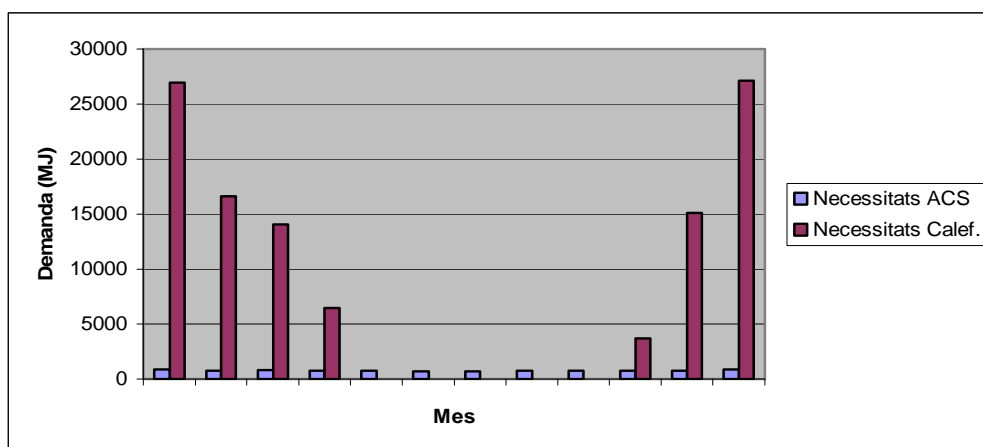
2.1.2.3. Energia total de calefacció i ACS

A la Taula 2.11 es donen els resultats totals mensuals i anuals com a suma dels calculats anteriorment per calefacció i ACS. Com es pot observar, la demanda energètica anual total serà de 119.323 MJ. A més, els resultats d'energia mensual per calefacció i ACS es representen gràficament a la Figura 2.15.

Taula 2.11. Energia total de calefacció i ACS.

Mes	L _{CAL} (MJ/mes)	L _{ACS} (MJ/mes)	Total (MJ/mes)
Gener	26.945	856,5	27.801,5
Febrer	16.606	759,5	17.365,5
Març	14.069	809,7	14.878,7
Abril	6.468	753,5	7.222,5
Maig	0	763,0	763,0
Juny	0	723,3	723,3
Juliol	0	731,9	731,9
Agost	0	747,5	747,5
Setembre	0	738,4	738,4
Octubre	3.676	778,6	4.455,6
Novembre	15.126	783,6	15.909,6
Desembre	27.131	856,5	27.987,5
TOTAL	119.323 MJ/any		

Fig. 2.15. Demanda mensual de calefacció i ACS.



2.1.3. CÀLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT

En aquest apartat de l'annex es calcula la radiació solar incident sobre una superfície inclinada i la irradiació.

Per al càlcul de l'angle d'incidència del raig solar per una superfície orientada arbitràriament, com es pot veure a la Figura 2.16, la posició del Sol la determina l'altitud solar, α_s , i l'azimut solar, γ_s , i la orientació de la superfície irradiada, el captador solar, es defineix també pel seu azimut, γ_c , mesurat des del meridià local cap a l'equador, sent positiu cap a l'est i negatiu cap a l'oest, i per la seva inclinació, β , mesurada respecte al pla horitzontal i expressada en graus.

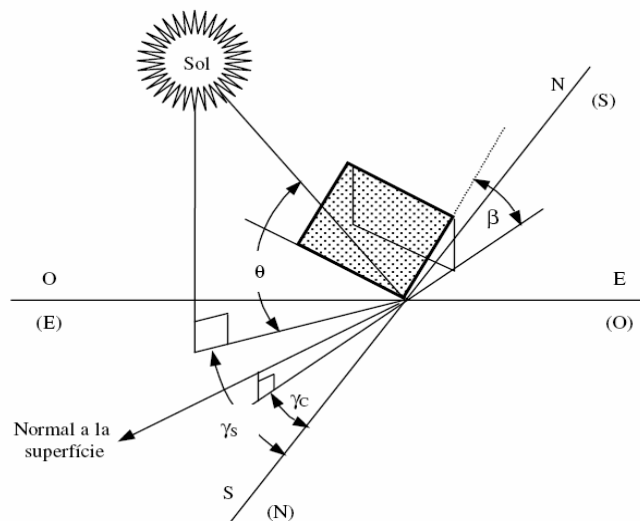


Fig. 2.16. Angles relatius a superfícies inclinades.

Relació de paràmetres i variables que intervindran en el càlcul:

ϕ : **Latitud geogràfica** del lloc d'estudi, expressada en graus ($^{\circ}$). Dóna la posició del punt a la Terra, positiva al nord de l'Equador i negativa al sud. És constant en tots els càlculs, i pel present projecte, la latitud de la ciutat de Lleida és de $41,62^{\circ}$ nord.

γ : **Azimut** (orientació) de la superfície a irradiar respecte l'eix nord-sud de la Terra, en graus ($^{\circ}$). El seu signe és positiu en sentit oest i negatiu en sentit est. És constant en els càlculs ja que depèn de la posició de l'habitatge i aquest no es pot moure. L'azimut γ de la superfície en qüestió (teulada de l'habitatge) és de 0° (s'orientarà cap al sud).



n : Dia característic del mes que es considera que rep la radiació mitjana del mateix. El seu valor per cada mes, Taula 2.12, s'obté de "Producció de l'Energia tèrmica", L. Cabeza, 2005.

Taula 2.12. Dia característic de cada mes.

Mes	n	Data
Gener	17	17 Gener
Febrer	47	16 Febrer
Març	75	16 Març
Abril	105	15 Abril
Maig	135	15 Maig
Juny	162	11 Juny
Juliol	198	17 Juliol
Agost	228	16 Agost
Setembre	258	15 Setembre
Octubre	288	15 Octubre
Novembre	318	14 Novembre
Desembre	344	10 Desembre

β : Inclinió de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte el pla horitzontal, expressada en graus ($^{\circ}$). En l'habitatge d'aquest projecte la teulada de la on es situaran els captadors té una orientació sud, i una inclinació de 24° , que s'aprofitarà situant els captadors paral·lelament a la teulada esmentada, és a dir, $\beta = 24^{\circ}$. Tot i això, més endavant es detallen els motius del valor d'aquest paràmetre.

δ : Declinació solar, expressada en graus ($^{\circ}$). Correspon a l'angle entre l'equador terrestre i el pla orbital marcat per la línia Sol-Terra, variant al llarg de l'any entre $\pm 23,45^{\circ}$, com es pot veure a la Figura 2.17. Es calcula a partir de l'Equació 2.5, i els resultats corresponen a la Taula 2.13.

$$\delta \cong 23,45^{\circ} \cdot \sin \left[360 \cdot \left(\frac{284 + n}{365} \right) \right] \quad (2.5)$$

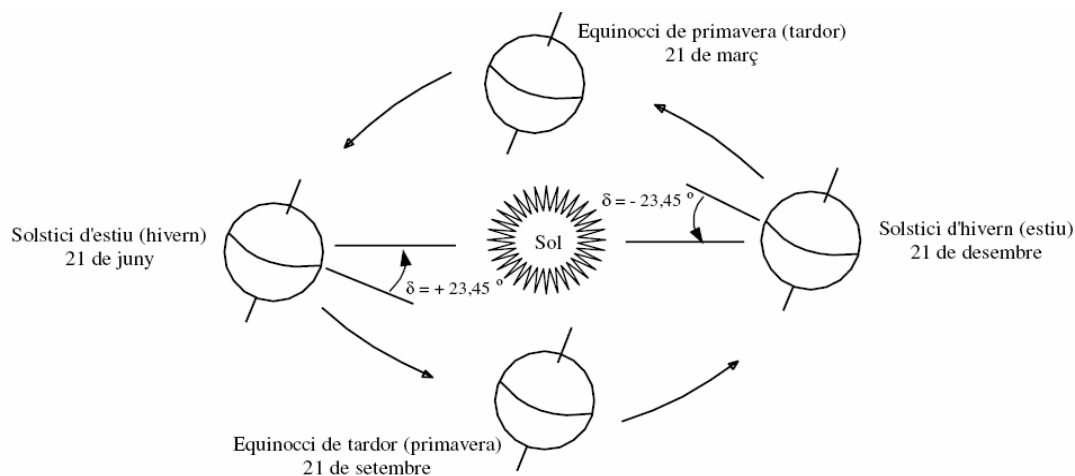
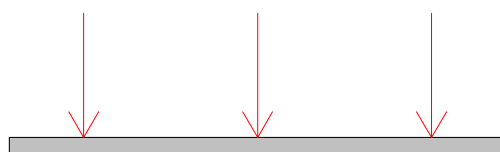
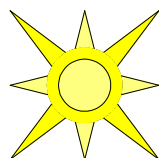


Fig. 2.17. Declinacions.

Taula 2.13. Declinació solar per als diferents mesos de l'any.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn
$\delta(^{\circ})$	-20,92	-12,95	-2,42	9,41	18,79	23,09
Mes	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
$\delta(^{\circ})$	21,52	13,46	2,22	-9,60	-18,91	-23,05

\overline{H} : **Radiació solar sobre una superfície horitzontal**, que ve donada per dades empíriques en MJ/m² i dia, en les taules de “Producció de l’energia tèrmica”, L. Cabeza, 2005, i que per la ciutat de Lleida es mostren a la Taula 2.14.



**Taula 2.14. Radiació solar sobre una superfície horitzontal a Lleida.**

Mes	\bar{H} (MJ/m ² ·dia)	Mes	\bar{H} (MJ/m ² ·dia)
Gener	6,08	Juliol	24,64
Febrer	12,17	Agost	21,34
Març	15,60	Setembre	16,74
Abril	19,23	Octubre	11,98
Maig	21,95	Novembre	6,30
Juny	24,26	Desembre	4,01

A la ciutat de Lleida, pertanyent a la zona climàtica III, com s'ha pogut veure a la Figura 2.13, per una superfície plana la radiació solar anual serà de 5.610,26 MJ/m², que dividint per 365 dies l'any, tenim una radiació solar diària mitja de 15,38 MJ/m², entrant, per tant, en als paràmetres de la Taula 2.15, obtinguda del Document bàsic HE per a l'estalvi d'energia del CTE.

Taula 2.15. Radiació Solar Global.

Zona climàtica	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

\bar{K}_T : **Índex de nuvolositat**, o coeficient de transmissió a l'atmosfera. És adimensional i ve donat també per dades empíriques. Els valors de \bar{K}_T varien cada mes, i segons taules de "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005, per la ciutat de Lleida prenen els valors de la Taula 2.16.

Taula 2.16. Índex de nuvolositat per a cada mes a la localitat de Lleida.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
\bar{K}_T	0,44	0,62	0,58	0,56	0,53	0,58	0,61	0,59	0,57	0,54	0,40	0,32



\overline{H}_T : **Radiació solar sobre una superfície inclinada** un angle β respecte l'horitzontal i orientada un angle γ respecte el sud, en MJ/m² i dia. Segui quina sigui la seva orientació, es calcula segons la l'Equació 2.6.

$$\overline{H}_T = \overline{H} \cdot \overline{R} \quad (2.6)$$

\overline{R} : Quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal per cada mes i que es pot avaluar amb l'Equació 2.7, considerant separatament les components de radiació directa, difusa i reflectida del total de la radiació que arriba a la superfície terrestre.

$$\overline{R} = \left(1 - \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \cdot \overline{R}_b + \left[\left(\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) + \rho \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right)\right] \quad (2.7)$$

\overline{R}_b : Quocient entre la mitjana mensual de radiació directa sobre una superfície inclinada i una superfície horitzontal per cada mes, amb l'Equació 2.8.

$$\overline{R}_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega'_s + (\pi/180) \cdot \omega'_s \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + (\pi/180) \cdot \omega_s \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta} \quad (2.8)$$

ω_s : **Angle horari de posta de Sol**, expressat en graus (°). Es calcula amb l'Equació 2.9, i els resultats per la ciutat de Lleida, latitud i declinacions ja conegudes, es mostren a la Taula 2.17.

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2.9)$$

Taula 2.17. Angles de posta de Sol.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn
ω_s (°)	70,15	78,21	87,85	98,47	107,59	112,26
Mes	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
ω_s (°)	110,51	102,28	91,97	81,36	72,28	67,79



ω_s' : **Angle horari per una superfície inclinada** corresponent a la posta de Sol.

$$\omega_s' = \min[\omega_s, \arccos(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan \delta)] \quad (2.10)$$

\overline{H}_d : **Radiació solar difusa**, en MJ/m² i dia. Acostuma a ser difícil de calcular, ja que varia amb les condicions meteorològiques i és de caràcter irregular, per això l'obtindrem amb la *Correlació de Liu i Jordan* (Equació 2.11).

$$\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}} = 1,39 - 4,027 \cdot \overline{K}_T + 5,531 \cdot \overline{K}_T^2 - 3,108 \cdot \overline{K}_T^3 \quad (2.11)$$

Aïllant \overline{H}_d s'obté la següent Equació 2.12, i els resultats tenint en comte l'índex de nuvolositat de cada mes, es poden apreciar a la Taula 2.18. També es calcula $\overline{H}_d / \overline{H}$, necessari per al càlcul de \overline{R} , i per tant de la radiació solar \overline{H}_T .

$$\overline{H}_d = \overline{H} \cdot (1,39 - 4,027 \cdot \overline{K}_T + 5,531 \cdot \overline{K}_T^2 - 3,108 \cdot \overline{K}_T^3) \quad (2.12)$$

Taula 2.18. \overline{H}_d (MJ/m²·dia) i $\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$ per als diferents mesos de l'any.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
\overline{H}_d	2,58	3,39	4,81	6,22	7,61	7,59	7,05	6,43	5,29	4,06	2,93	2,27
$\frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}$	0,42	0,28	0,31	0,32	0,35	0,31	0,29	0,30	0,32	0,34	0,46	0,57

ρ : **Reflectància del sòl**, i és adimensional. Ens indica la capacitat de reflectir energia. Esta compresa entre 0,2 i 0,7, i, a falta de dades, es considera $\rho = 0,4$.

I_s : **Irradiació solar mitjana** sobre la superfície objecte d'estudi, en W/m².

$$I_s = \frac{\overline{H}_T [MJ / m^2 / dia] N_{dm} [dies / mes] \cdot 10^6 J}{N_{hs} [h / mes] \cdot 1 MJ} \cdot \frac{1h}{3.600s} \quad (2.13)$$



N_{dm} : **Nombre de dies de cada mes**, corresponents als valors de la Taula 2.19.

Taula 2.19. Nombre de dies de cada mes.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
N_{dm}	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

N_{hs} : **Nombre d'hores de Sol de cada mes** durant les quals la radiació solar incideix sobre una superfície. Aquest paràmetre s'obté a partir de dades meteorològiques, i concretament en aquest cas l'hem obtingut d'una estadística establerta per l'*Instituto Nacional de Meteorología* i es pot observar, per cada mes, en la Taula 2.20.

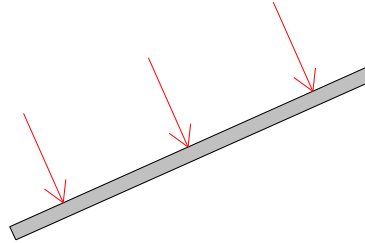
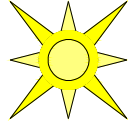
Taula 2.20. Nombre d'hores de Sol de cada mes.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
N_{hs}	116	167	226	248	279	313	348	313	250	200	137	96

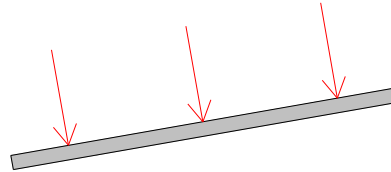
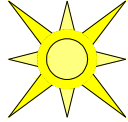
Radiació i irradiació es calculen per diferents inclinacions dels captadors, β , per tal d'observar-ne el resultat òptim per en la instal·lació d'aquest projecte, la inclinació que ens proporcionï més energia durant els mesos d'hivern, de màxima demanda de calor. Les inclinacions considerades són: 24° (inclinació de la teulada), 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° i 70°.

Aquests càlculs es realitzen amb un full de càlcul del programa Microsoft Excel, en que introduïts tots els paràmetres coneguts o calculats fins ara, s'obtindrà per cada mes ω'_s , $\overline{R_b}$, \overline{R} , $\overline{H_T}$ i I_s , amb les equacions corresponents. El programa, a més, permet representar les dades gràficament.

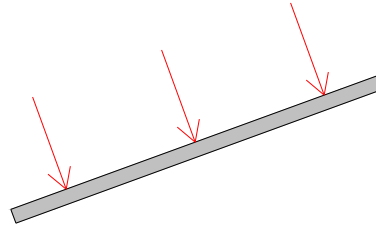
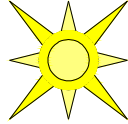
Els resultats es presenten a les Taules 2.21 fins 2.28.

Taula 2.21. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 24^\circ$.

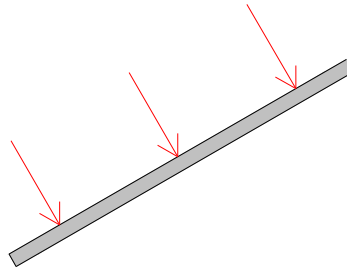
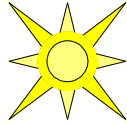
Mes	$\omega_s'(^{\circ})$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	1,92	1,53	9,33	692,33
Fe	78,21	1,60	1,44	17,50	814,66
Ma	87,85	1,32	1,23	19,15	729,78
Ab	93,02	1,11	1,08	20,77	697,81
Ma	96,2	0,99	0,99	21,79	672,51
Ju	97,78	0,93	0,96	23,25	619,06
Ju	97,19	0,95	0,97	23,93	592,03
Ag	94,36	1,05	1,04	22,25	612,03
Se	90,71	1,23	1,16	19,44	647,92
Oc	81,36	1,50	1,33	15,96	687,19
No	72,28	1,83	1,44	9,09	553,23
De	67,79	2,04	1,43	5,77	517,65
Radiació total (MJ/m²)=6.329,67					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.319,17					

Taula 2.22. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 10^\circ$.

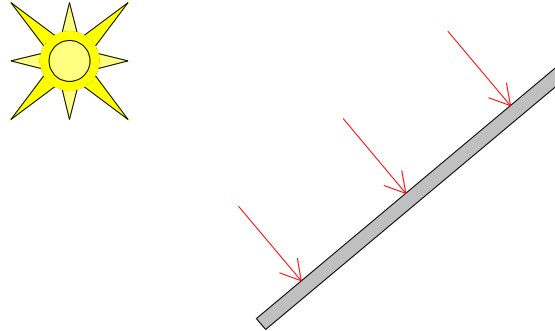
Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	1,41	1,24	7,54	559,85
Fe	78,21	1,28	1,20	14,61	680,58
Ma	87,85	1,16	1,11	17,33	660,42
Ab	95,86	1,07	1,04	20,14	676,70
Ma	102,09	1,01	1,00	22,13	682,94
Ju	105,22	0,99	0,99	24,08	641,16
Ju	104,05	0,99	0,99	24,60	608,84
Ag	98,47	1,04	1,03	21,99	605,18
Se	91,37	1,12	1,0	18,12	604,05
Oc	81,36	1,23	1,15	13,84	595,91
No	72,28	1,37	1,20	7,57	460,43
De	67,79	1,46	1,19	4,80	431,05
Radiació total (MJ/m²)=5.986,26					
Radiació total hivern (MJ/m²)=1.985,39					

Taula 2.23. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 20^\circ$.

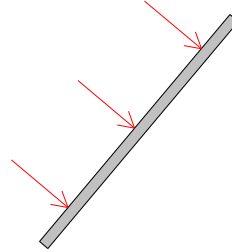
Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	1,79	1,46	8,85	657,24
Fe	78,21	1,52	1,38	16,74	779,81
Ma	87,85	1,29	1,20	18,71	712,96
Ab	93,77	1,11	1,07	20,67	694,47
Ma	97,75	1,00	1,00	21,96	677,72
Ju	99,73	0,95	0,97	23,56	627,29
Ju	98,99	0,97	0,98	24,20	598,76
Ag	95,44	1,06	1,04	22,26	612,36
Se	90,88	1,21	1,14	19,14	637,99
Oc	81,36	1,43	1,29	15,42	663,92
No	72,28	1,70	1,38	8,69	528,85
De	67,79	1,89	1,37	5,52	494,78
Radiació total (MJ/m²)=6.255,08					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.233,19					

Taula 2.24. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 30^\circ$.

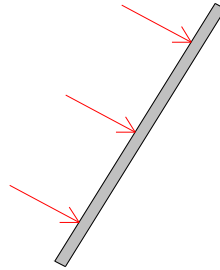
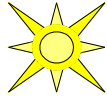
Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	2,11	1,64	9,97	740,29
Fe	78,21	1,71	1,52	18,49	861,21
Ma	87,85	1,37	1,26	19,69	750,24
Ab	91,95	1,11	1,08	20,79	698,71
Ma	94,01	0,96	0,98	21,43	661,35
Ju	95,03	0,90	0,93	22,68	603,86
Ju	94,65	0,92	0,95	23,40	579,05
Ag	92,82	1,04	1,04	22,10	608,06
Se	90,46	1,26	1,18	19,76	658,70
Oc	81,36	1,59	1,39	16,67	717,54
No	72,28	1,99	1,53	9,64	586,22
De	67,79	2,25	1,52	6,12	548,78
Radiació total (MJ/m²)=6.404,64					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.432,71					

Taula 2.25. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 40^\circ$.

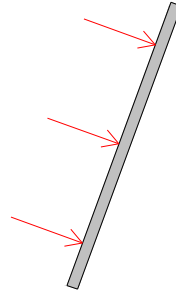
Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	2,36	1,79	10,86	806,46
Fe	78,21	1,85	1,63	19,80	922,29
Ma	87,85	1,42	1,30	20,24	771,15
Ab	90,27	1,08	1,07	20,51	689,21
Ma	90,55	0,89	0,94	20,54	634,08
Ju	90,69	0,82	0,88	21,45	571,17
Ju	90,64	0,84	0,90	22,23	549,97
Ag	90,39	0,99	1,00	21,53	592,29
Se	90,06	1,27	1,19	19,97	665,51
Oc	81,36	1,69	1,46	17,54	755,16
No	72,28	2,21	1,65	10,37	630,77
De	67,79	2,54	1,64	6,59	591,41
Radiació total (MJ/m²)=6.429,03					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.577,87					

Taula 2.26. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 50^\circ$.

Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	2,54	1,89	11,50	853,75
Fe	78,21	1,94	1,70	20,64	961,21
Ma	87,85	1,42	1,30	20,34	775,03
Ab	88,6	1,02	1,03	19,83	666,24
Ma	87,13	0,81	0,88	19,33	596,63
Ju	86,4	0,72	0,82	19,91	530,09
Ju	86,67	0,75	0,84	20,70	512,28
Ag	87,98	0,92	0,96	20,55	565,49
Se	89,67	1,24	1,18	19,75	658,23
Oc	81,36	1,75	1,50	18,01	775,64
No	72,28	2,36	1,73	10,87	661,17
De	67,79	2,76	1,73	6,93	621,36
Radiació total (MJ/m²)=6.327,04					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.664,26					

Taula 2.27. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 60^\circ$.

Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	2,65	1,95	11,86	880,72
Fe	78,21	1,96	1,72	20,97	976,77
Ma	87,85	1,38	1,28	19,99	761,77
Ab	86,84	0,93	0,98	18,76	630,50
Ma	83,51	0,69	0,81	17,82	550,20
Ju	81,86	0,60	0,75	18,11	481,94
Ju	82,47	0,63	0,77	18,88	467,19
Ag	85,44	0,82	0,90	19,21	528,47
Se	89,26	1,18	1,14	19,11	637,07
Oc	81,36	1,75	1,51	18,08	778,35
No	72,28	2,45	1,77	11,12	676,49
De	67,79	2,90	1,77	7,11	637,74
Radiació total (MJ/m²)=6.101,99					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.689,26					

Taula 2.28. Resultats en el càlcul de Radiació i Irradiació Solar per $\beta = 70^\circ$.

Mes	$\omega'_s (^\circ)$	\overline{R}_b	\overline{R}	$\overline{H}_T (MJ / dia \cdot m^2)$	$I_s (W/m^2)$
Ge	70,15	2,67	1,96	11,94	886,55
Fe	78,21	1,93	1,71	20,80	968,51
Ma	87,85	1,29	1,23	19,21	731,78
Ab	84,86	0,82	0,90	17,35	583,14
Ma	79,41	0,56	0,73	16,08	496,39
Ju	76,68	0,47	0,66	16,09	428,47
Ju	77,7	0,50	0,68	16,82	416,32
Ag	82,57	0,70	0,82	17,54	482,48
Se	88,9	1,08	1,08	18,08	602,69
Oc	81,36	1,70	1,48	17,73	763,21
No	72,28	2,45	1,76	11,12	676,26
De	67,79	2,94	1,78	7,14	640,04
Radiació total (MJ/m²)=5.761,76					
Radiació total hivern (MJ/m²)=2.652,11					



Els resultats de radiació total anual i radiació total a l'hivern, i la irradiació, es representen gràficament a la Figura 2.18 i 2.19, per tal d'observar entre quins valors d'inclinació es troben els màxims.

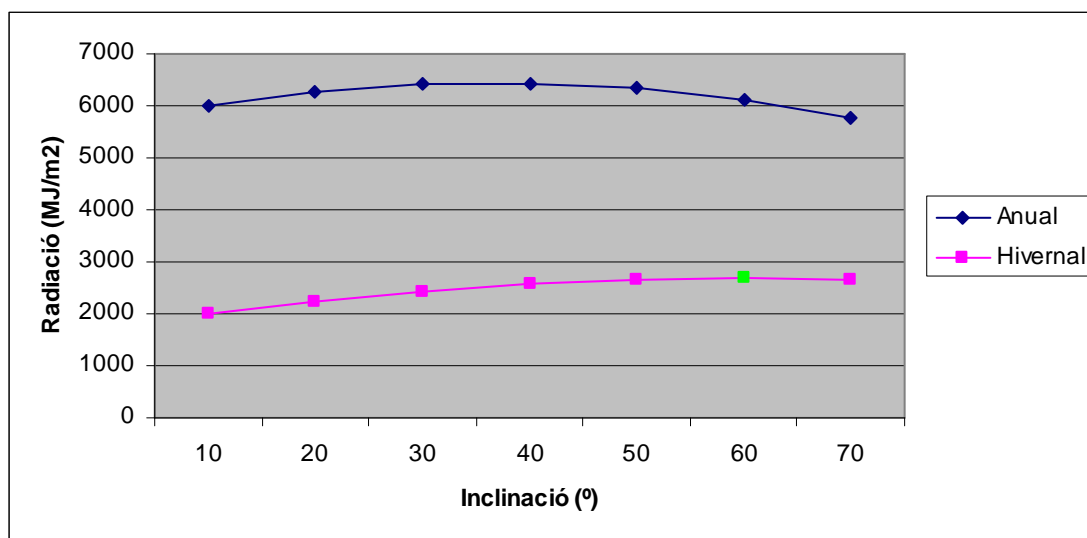


Fig. 2.18. Variació de la radiació anual i hivernal en funció de la Inclinació.

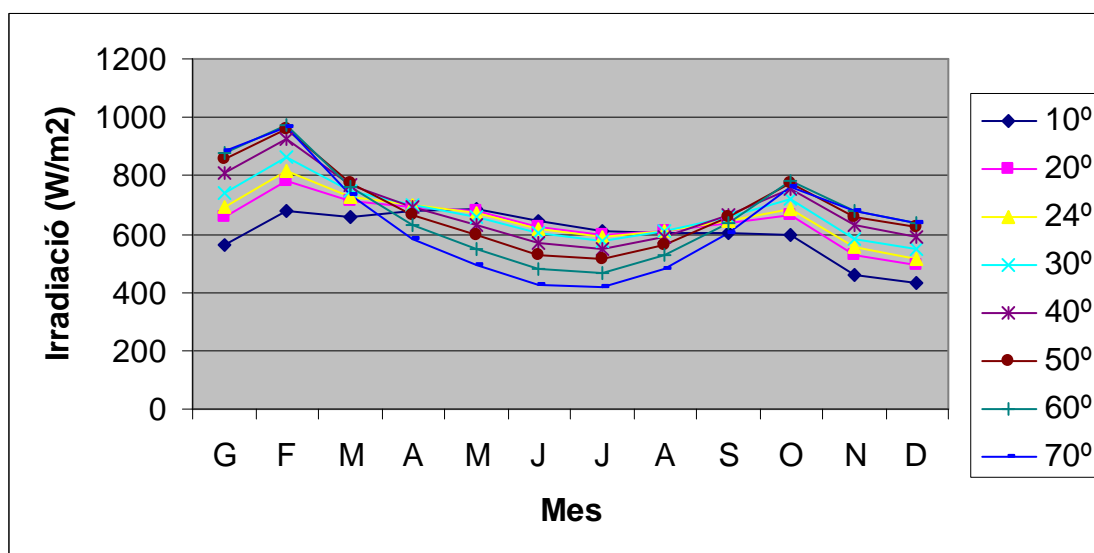


Fig. 2.20. Variació de la irradiació per diferents inclinacions.



Es pot observar que la màxima radiació anual es troba entre inclinacions de 40° i 50° , com era d'esperar, doncs a 0° sud d'azimut són les inclinacions òptimes.

La màxima radiació als mesos d'hivern, en que tindrem més demanda d'energia degut a l'ús de calefacció, és la es troba entre 50° i 60° . D'aquí es pot deduir que l'òptima inclinació en que s'haurien de projectar els col·lectors solars seria al voltant de 50° .

Tot i això, se situaran amb una inclinació de $\beta = 24^\circ$, aprofitant la pendent de la teulada per raons d'integració arquitectònica, degut a que la teulada orientada al Sud on es col·locaran els captadors, forma part d'un dels lateral de la façana principal de la casa, des d'on es podria observar tot el muntatge del sistema de col·lectors si aquest no fos en paral·lel ala teulada. A més d'aquesta raó estètica, d'aquesta manera ens estalviem un muntatge més complex.

La quantitat de radiació solar útil que es perd, amb la diferència de la inclinació òptima a la inclinació triada, es compensa econòmicament amb l'estalvi de les estructures de muntatge per a files de col·lectors, ja que en la disposició que nosaltres proposem el muntatge és més senzill i barat, podent utilitzar els accessoris de fixació que ofereixen els fabricants i distribuïdors.

2.1.4. JUSTIFICACIÓ DE LA ORIENTACIÓ I LA INCLINACIÓ DELS CAPTADORS SOLARS

Segons les recomanacions de l'ITE 10.1 del RITE, i segons el document bàsic HE d'Estalvi d'Energia, l'orientació òptima dels col·lectors serà en direcció al Sud geogràfic, admetent desviacions màximes de fins a 25° . Per tant, en aquest respecte la instal·lació que es pretén en aquest projecte seria correcta, ja que s'orienta al sud.

L'angle d'inclinació òptim, β , es determinarà en funció de la latitud geogràfica, en el nostre cas $\phi = 41,62^\circ$, i del període d'utilització de la instal·lació, essent els valors òptims els que es mostren a la Taula 2.29.

Per tant, una inclinació de 24° a Lleida, on $\phi = 41,62^\circ$, no entraria dintre de les recomanacions del ITE i del HE.

Taula 2.29. Inclínació dels col·lectors.

Període d'utilització	Inclínació dels col·lectors (β)
Anual, amb consum constant	ϕ°
Preferentment a l'hivern	$(\phi + 10)^{\circ}$
Preferentment a l'estiu	$(\phi - 10)^{\circ}$

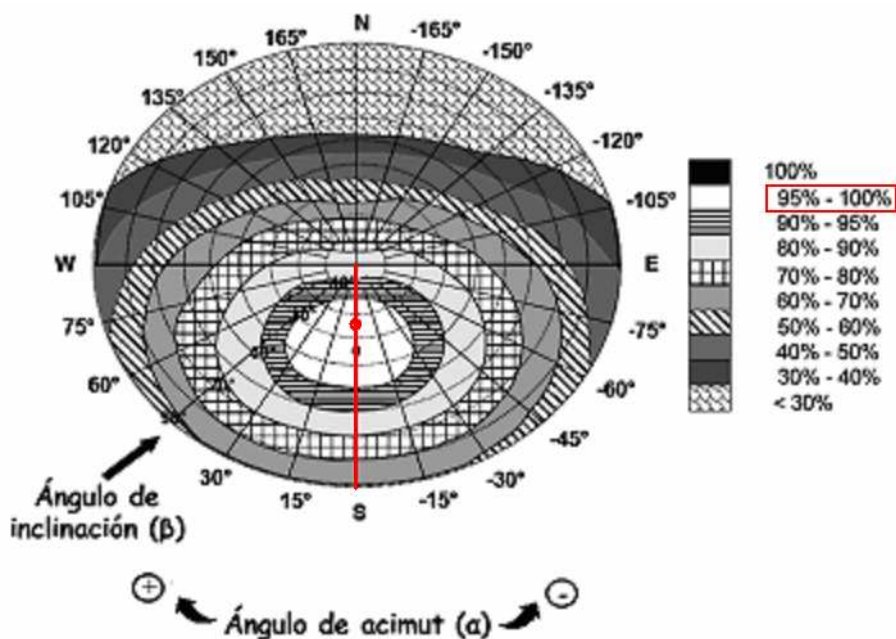
S'admetran, en qualsevol cas, desviacions de fins $\pm 10^{\circ}$.

Per altra banda, es pot justificar $\beta = 24^{\circ}$, per motius d'integració arquitectònica, sempre que les pèrdues energètiques no superin el 40%, segons la Taula 2.30, extreta del HE-4 del document bàsic d'estalvi d'energia del CTE.

Taula 2.30. Pèrdues límit.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

El càlcul de pèrdues per orientació i inclinació, es farà segons la Figura 2.21, també del mateix document bàsic.

**Fig. 2.21. Percentatge d'energia respecte al màxim com a conseqüència de les pèrdues per orientació i inclinació.**



Per un azimuth de 0° , és a dir, amb una orientació Sud, i per $\beta = 24^\circ$, el punt d'unió es troba en la regió on el percentatge d'energia respecte al màxim és d'entre 95 i 100%, i, per tant, tindrem unes pèrdues màximes del 5%, inferiors al 40% màxim establert. En conclusió, la inclinació escollida és possible.

Per tal de verificar aquestes dades també es pot calcular les pèrdues segons la fórmula:

$$Pèrdues(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{òptim}})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad \text{per } 15^\circ < \beta < 90^\circ \quad (2.14)$$

Si $\beta_{\text{òptim}} = \text{latitud}(\phi) = 41,62^\circ$ i $\alpha = \text{azimut} = 0^\circ$, les pèrdues són del 3,73%.

Queda doncs, completament validada, gràfica i numèricament, la instal·lació dels captadors amb $\beta = 24^\circ$ i $\alpha = 0^\circ$.

2.1.5. SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR

El CTE especifica que el fluid caloportador per al circuit primari pot ser aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada o amb additius, segons les característiques climatològiques i la qualitat de l'aigua del lloc d'ubicació de la instal·lació. El fluid de treball haurà de tenir un pH a 20°C d'entre 5 i 9, i un contingut en sals que haurà de complir que la salinitat de l'aigua no sobrepassi de 500 mg/l de sals solubles. A més, el contingut en sals de calci no excedirà els 200 mg/l en contingut de carbonat càlcic, i el límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedirà els 50 mg/l.

També segons el nou CTE, totes les parts exteriors del sistema hauran poder suportar la temperatura mínima especificada sense risc de patir danys permanents en el sistema, i les parts interiors que puguin patir baixades de temperatura per sota dels 0°C , hauran d'estar protegides contra gelades. La instal·lació estarà protegida amb un producte químic no tòxic amb calor específic superior a $3 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, a 5°C menys de la temperatura mínima històrica, amb objecte de no produir danys en el circuit primari per gelades.

En aquest projecte el fluid caloportador serà una mescla d'aigua desmineralitzada amb un cert percentatge d'anticongelant, substància que afegida a l'aigua baixa el seu punt de congelació. Els anticongelants més utilitzats són l'etilenglicol i el propilenglicol, però per motius de menor impacte ambiental s'escull el propilenglicol.



Per determinar el percentatge en pes de propilenglicol en el fluid caloportador, per al circuit primari de la instal·lació, caldrà establir fins quin temperatura cal que la mescla no congeli.

Segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya, la temperatura mínima de Lleida en els últims anys és de -11°C , l'any 2001, coincidint amb les dades extremes de les taules de "Energia solar tèrmica, manual tècnic", Salvador Escoda, 2005, que es poden apreciar a l'apartat de taules i diagrames de l'annex.

Si a 11°C es resten els 5°C de seguretat, que dicta el document HE-4 d'estalvi d'energia del CTE, la temperatura mínima que haurà de suportar la instal·lació serà -16°C .

A partir de la Figura 2.22 i dels gràfics de propietats de les mescles aigua-propilenglicol, extremes de "A.A.V.V., ASHRAE 2000 HVAC Fundamentals Handbook.", que es mostren a l'annex de taules i diagrames, s'establiran les propietats de la mescla adient en aquesta instal·lació, i que es detallen a la Taula 2.31.

En la Figura 2.22, extreta del "Reglamento de Instal·lacions tèrmicas en los Edificios", es pot establir la relació entre la fracció de propilenglicol que pugui contenir el fluid caloportador i el seu punt de congelació.

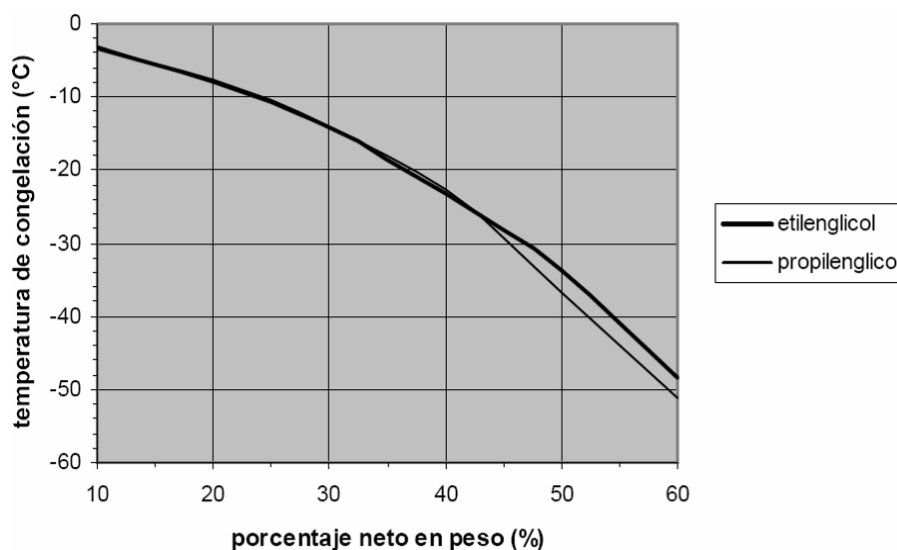


Fig. 2.22. Punt de congelació en funció del percentatge d'anticongelant.

**Taula 2.31. Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit primari.**

MESCLA PROPILENGLICOL-AIGUA	
Punt de fusió (°C)	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat (kg/m ³)	1.009
Calor específic (kJ/kg·°K)	3,9
Viscositat dinàmica (mPa·s)	1,15
Temperatura d'ebullició a 100 kPa (°C)	102,8
Conductivitat tèrmica (W/m·K)	0,45

2.1.6. CABAL DEL CIRCUIT PRIMARI

En càlculs posteriors es necessitarà el cabal màssic que circula per cada m² de superfície de captació.

La ITE 10.1 del RITE, dona els següents paràmetres per triar el cabal volumètric que circuli pels col·lectors solars: El cabal volumètric del fluid caloportador es determinarà en funció de la superfície total de col·lectors instal·lats, i el seu valor estarà comprès entre 1,2 i 1,6 L/s per cada 100 m² d'àrea de col·lectors

Es tria, doncs, un valor intermig que equivaldrà a un cabal de 1,4 L/s per 100 m² de captació, que equival a 0,014 L/s·m².

A partir de la densitat del fluid caloportador s'obté el cabal màssic, Equació 2.15.

$$G_{fluid} = G_{vol.fluid} \cdot \rho_f \quad (2.15)$$

On: G_{fluid} és el cabal màssic del circuit primari.
 $G_{vol.fluid}$ és el cabal volumètric del circuit primari, 0,014 L/s·m².
 ρ_f és la densitat del fluid caloportador, 1.009 kg/m³.

El cabal màssic del fluid caloportador en el circuit primari, per unitat de superfície de captació, equival a $15 \cdot 10^{-3} \text{ kg} / \text{s} \cdot \text{m}^2$.



2.1.7. SELECCIÓ DEL CAPTADOR SOLAR

Per tal de seleccionar el model de captador que millor convingui a cada instal·lació, sobretot cal fixar-se en els paràmetres tècnics i econòmics que ofereix, és a dir, rendiment tèrmic i cost.

Per calcular el rendiment tèrmic, segons “Producció de l’energia tèrmica”, L. Cabeza, 2005, s'utilitza l'Equació 2.16.

$$\eta = \frac{Q_{\text{útil}}}{I_s \cdot A_c} \quad (2.16)$$

On: η és el rendiment del captador solar.

$Q_{\text{útil}}$ és la potència tèrmica que el col·lector transmet al fluid caloportador, en W.

I_s és la irradiació solar mitjana sobre el col·lector, calculada en l'apartat 2.3. del present annex, en W/m^2 .

A_c és l'àrea o superfície útil de captació del col·lector, en m^2 .

La variable que decidirà el model de captador que s'utilitzarà en la instal·lació, serà el rati cost/potència útil, R, amb l'Equació 2.17.

$$R = \frac{p_c}{Q_{\text{útil}}} = \frac{p_c}{\eta \cdot I_s \cdot A_c} \quad (2.17)$$

On: R és el rati cost/potència útil, en €/W.

p_c és el cost unitari del col·lector, en €.

Així doncs, el col·lector que millor convindrà a la instal·lació serà aquell de rati cost/potència més baix, és a dir, que a menor cost proporcioni més potència.

Per conèixer la calor útil que proporciona cada col·lector, caldrà conèixer el rendiment prèviament, a partir de la norma UNE EN 12975, que relaciona el rendiment del col·lector amb la següent Equació 2.18, de paràmetres variants i característics per cada model i que cada fabricant obté a partir de bancs d'assaig.



$$\eta = a - b \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s} \quad (2.18)$$

- On:
- a és el factor de guany, adimensional.
 - b és el coeficient global de pèrdues, en $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.
 - T_e és la temperatura d'entrada del fluid caloportador, en $^\circ\text{C}$. S'estima una temperatura d'entrada de 55°C .
 - T_a és la temperatura ambient mitjana mensual, durant les hores de Sol, en $^\circ\text{C}$. A la ciutat de Lleida, T_a pren els valors de la Taula 2.32, procedents de "Energia solar tèrmica, manual tècnic", Salvador Escoda, 2005.

Els factors adimensionals a i b els podem relacionar amb els factors $a = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$ i $b = -F_R \cdot U_L$, que proporciona el fabricant.

Taula 2.32. Factors que intervenen en el Rendiment del captador.

Mes	I_s (W/m^2)	T_a ($^\circ\text{C}$)	Mes	I_s (W/m^2)	T_a ($^\circ\text{C}$)
Ge	692,33	7	Ju	592,03	27
Fe	814,66	10	Ag	612,03	27
Ma	729,78	14	Se	647,92	23
Ab	697,81	15	Oc	687,19	18
Ma	672,51	21	No	553,23	11
Ju	619,06	24	De	517,21	8

A vegades, la recta de rendiment del captador es presenta en funció de la diferència entre la temperatura mitjana de la placa, T_m , i la temperatura ambient, T_a .

$$\eta = a' - b' \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s} \quad (2.19)$$

En aquests, si es coneix el cabal del fluid circulant pel captador, es pot obtenir un coeficient de correcció K amb l'Equació 2.20, per tal d'obtenir la corba de rendiment en funció de $T_e - T_a$.



$$K = \frac{G_{fluid} \cdot C_{p f}}{G_{fluid} \cdot C_{p f} - \left(\frac{pendent}{2} \right)} \quad (2.20)$$

On: K és el coeficient de correcció.

G_{fluid} és el cabal màssic de fluid caloportador del primari, en $\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$.

$C_{p f}$ és el calor específic del fluid caloportador, en $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

Els nous paràmetres de la corba de rendiment seran:

$$(F_R \cdot U_L)_{corregit} = K \cdot (F_R \cdot U_L) \quad (2.21)$$

$$(F_R \cdot (\tau\alpha))_{corregit} = K \cdot (F_R \cdot (\tau\alpha)) \quad (2.22)$$

S'escullen diferents models de captador solar, Taula 2.33, dels que, a partir del catàleg del fabricant i del distribuïdor, s'obtéindrà l'equació respectiva de la corba de rendiment, l'àrea de captació i el cost de cada un.

En els casos en que calgui aplicar el coeficient de correcció K , es recorda que el valor de G_{fluid} és de $15 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s} \cdot \text{m}^2$. Les rectes de rendiment dels col·lectors que cal corregir, amb el corresponent valor de K , es mostren a la Taula 2.34.

Una vegada coneguts els paràmetres necessaris, a la Taula 2.35 es mostren els valors del rendiment i del rati cost-potència per als models de col·lectors solars escollits. Aquestes dades es representen gràficament a les Figures 2.23 i 2.24 respectivament, on es poden observar les diferències amb més claredat.

En conclusió, el col·lector Takama T2-Inox és el que millor convé a la instal·lació, tant per tenir un millor rendiment al llarg de l'any, com en relació al rati cost/potència útil, ja que és el tipus de col·lector que presenta un rati més baix al llarg de l'any. Característiques i dades tècniques es mostren al catàleg.

**Taula 2.33. Característiques dels col·lectors solars plans considerats.**

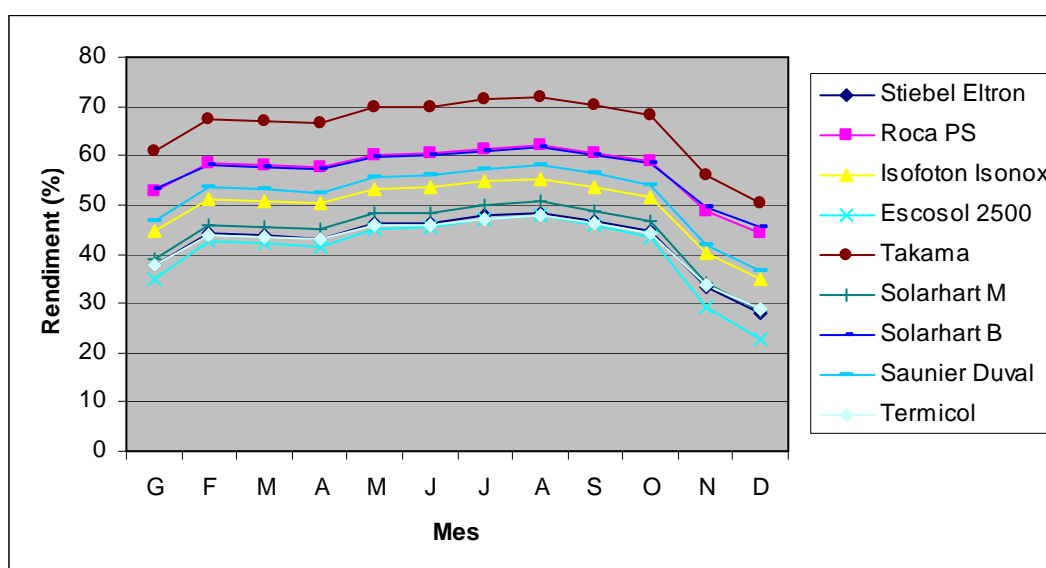
Col·lector	Equació de rendiment	A _c (m ²)	Cost (€)
Stiebel Eltron Sol 25 plus	$\eta = 0,69 - 4,5 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$	2,50	796
Roca PS	$\eta = 0,796 - 3,913 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	1,78	483
Isofoton Isonox II	$\eta = 0,76 - 4,5 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$	1,90	458
Escosol 2500	$\eta = 0,7 - 5,3 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	2,31	643
Takama T2-INOX	$\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	2,59	725
Solahart. Mod "M"	$\eta = 0,73 - 4,9 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$	1,80	493
Solahart. Mod "B"	$\eta = 0,78 - 3,6 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$	1,87	525
Saunier Duval S 8 VE	$\eta = 0,792 - 4,713 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	2,00	616
Termicol T 130 S	$\eta = 0,67 - 4,2 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$	2,60	590

Taula 2.34. Correcció de la recta de rendiment d'alguns col·lectors.

Col·lector	η en funció de T _m	K	η en funció de T _e
Roca PS	$\eta = 0,796 - 3,913 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	1,033	$\eta = 0,801 - 3,939 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$
Escosol 2500	$\eta = 0,7 - 5,300 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	1,045	$\eta = 0,732 - 5,539 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$
Takama T2-INOX	$\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	1,041	$\eta = 0,938 - 4,760 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$
Saunier Duval S8 VE	$\eta = 0,792 - 4,713 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$	1,041	$\eta = 0,797 - 4,744 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$

**Taula 2.35. Resultats dels càlculs pels diferents col·lectors solars.**

Col·lector	Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
Stiebel Eltron Sol 25 plus	η (%)	37,8	44,1	43,7	43,2	46,2	46,5	47,7	48,4	46,8	44,8	33,2	28,1
	R (€/W)	1,21	0,88	0,99	1,06	1,02	1,11	1,13	1,07	1,05	1,03	1,73	2,19
Roca PS	η (%)	52,8	58,3	57,9	57,5	60,2	60,4	61,5	62,1	60,6	58,9	48,8	44,3
	R (€/W)	0,74	0,57	0,64	0,68	0,67	0,73	0,75	0,71	0,69	0,67	1,01	1,18
Isofoton Isonox II	η (%)	44,8	51,1	50,7	50,2	53,2	53,5	54,7	55,4	53,8	51,8	40,2	35,1
	R (€/W)	0,78	0,58	0,65	0,69	0,67	0,73	0,74	0,71	0,69	0,68	1,08	1,33
Escosol 2500	η (%)	34,8	42,6	42,1	41,4	45,2	45,5	47,0	47,8	45,8	43,4	29,1	22,9
	R (€/W)	1,2	0,80	0,91	0,96	0,92	0,99	1,00	0,95	0,94	0,93	1,73	2,35
Takama T2-INOX	η (%)	60,8	67,5	67,1	66,5	69,7	69,9	71,3	72,0	70,3	68,2	55,9	50,5
	R (€/W)	0,66	0,50	0,57	0,60	0,59	0,64	0,66	0,63	0,61	0,47	0,90	1,00
Solahart. Mod "M"	η (%)	39,0	45,9	45,5	44,9	48,2	48,5	49,8	50,6	48,8	46,6	34,0	28,5
	R (€/W)	1,01	0,70	0,83	0,87	0,84	0,91	0,93	0,88	0,87	0,85	1,45	1,86
Solahart. Mod "B"	η (%)	53,0	58,1	57,8	57,4	59,8	59,9	60,9	61,5	60,2	58,6	49,4	45,3
	R (€/W)	0,76	0,59	0,66	0,70	0,69	0,76	0,78	0,75	0,72	0,69	1,03	1,20
Saunier Duval S 8 VE	η (%)	46,8	53,5	53,0	52,5	55,7	55,9	57,3	57,9	56,3	54,2	41,9	36,6
	R (€/W)	0,95	0,71	0,79	0,84	0,82	0,89	0,91	0,87	0,84	0,83	1,33	1,63
Termicol T 130 S	η (%)	37,9	43,8	43,4	42,9	45,8	45,9	47,1	47,8	46,3	44,4	33,6	28,8
	R (€/W)	0,87	0,64	0,72	0,76	0,74	0,80	0,81	0,78	0,76	0,74	1,22	1,52

**Fig. 2.23. Corbes de rendiment al llarg de l'any dels col·lectors considerats.**

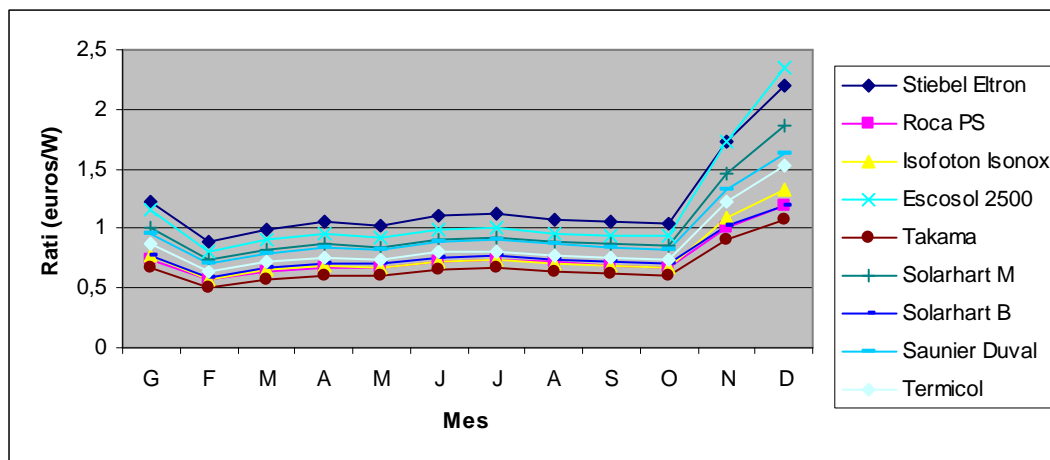


Fig. 2.24. Rati cost/potència útil al llarg de l'any dels col·lectors considerats.

2.1.8. RENDIMENT DEL CAPTADOR SOLAR

El col·lector escollit, Takama T2-INOX, de rendiment segons la recta:

$$\eta = 0,938 - 4,760 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s} \quad (2.23)$$

$$F_R \cdot (\tau \cdot \alpha) = 0,938 \quad - F_R \cdot U_L = 4,760$$

Té un rendiment que pren per als diferents mesos de l'any els valors de la Taula 2.36 i gràficament es poden observar a la Figura 2.25.

Taula 2.36. Rendiment del captador en els mesos de l'any.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Mg	Jn
$\eta(\%)$	60,80	67,51	67,06	66,51	69,73	69,96
Mes	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Ds
$\eta(\%)$	71,29	72,02	70,29	68,17	55,94	50,54

Compleix les bases que estableix l'apartat HE-4 del document d'estalvi energètic del CTE, que dicta que el col·lector escollit ha de tenir un rendiment d'almenys el 40%.

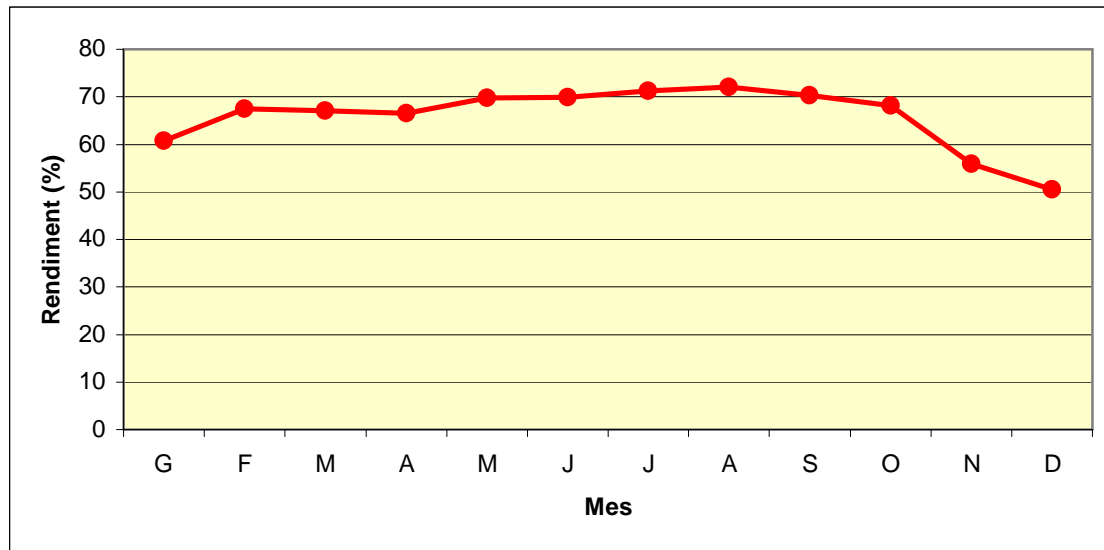


Fig. 2.25. Rendiment del captador per cada mes de l'any.

2.1.9. FACTOR CAPTADOR-BESCANVIADOR

L'eficiència d'un bescanviador, ε , és la relació entre l'energia absorbida del primari per part del bescanviador i l'energia cedida pel mateix al secundari, i mesura les pèrdues de calor que s'hi produeixen.

Malgrat que aquest bescanviador de calor no és una part del captador, és convenient definir un altre factor d'eficàcia, F'_R , que substitueix a F_R per considerar el rendiment combinat del captador i el bescanviador. La relació F'_R/F_R és denominada *factor captador-bescanviador*, és un índex que varia entre 0 i 1 i indica la disminució d'energia útil obtinguda deguda a la utilització del bescanviador.

$$\frac{F'_R}{F_R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_R \cdot U_L}{G_{fluid} \cdot C_{p f}} \right) \cdot \left[\left(\frac{G_{fluid} \cdot A_c}{\varepsilon \cdot (\dot{m} \cdot c_p)_{\min}} \right) - 1 \right]} \quad (2.24)$$

On: $F_R \cdot U_L$ és el factor de guany del captador, adimensional.

$(\dot{m} \cdot c_p)_{\min}$ és el producte mínim del cabal màssic i la capacitat calorífica dels fluids circulants pel primari i secundari, en $W/^\circ C$.



Com que arribats a aquest punt es desconeixen els valor A_c i $(\dot{m} \cdot c_p)_{\min}$, se suposarà que $(\dot{m} \cdot c_p)_{\min} = G_{fluid} \cdot A_c$, de manera que queda així:

$$\frac{F'_R}{F_R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_R \cdot U_L}{G_{fluid} \cdot C_{p_f}} \right) \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)} \quad (2.25)$$

L'eficiència del bescanviador és un paràmetre que es desconeix, però es pot estimar per a fer els càlculs. S'estableix $\varepsilon = 0,7$ com a valor usual. Aleshores, substituint els valors ja coneguts a l'equació anterior, es troba el factor captador-bescanviador, que en aquest cas serà equivalent a $F'_R/F_R = 0,97$.

2.1.10. ÀREA DE CAPTACIÓ NECESSÀRIA PER CALEFACCIÓ (Nº CAPTADORS)

Per trobar l'àrea de captació que satisfarà les necessitats de calefacció als mesos d'hivern, cal saber que, com a paràmetres inicials, no es pretén cobrir un percentatge concret de la demanda, sinó intentar optimitzar energètica i econòmicament el nombre de captadors necessaris.

L'àrea de captació, aïllant de l'equació 2.16, serà:

$$A_c = \frac{L_{CAL}}{\eta \cdot I_s} \quad (2.26)$$

On: A_c és l'àrea de captació total.

L_{CAL} és la càrrega mensual per calefacció, en W.

I_s és la irradiació, en W/m^2 .

η és el rendiment del captador, per cada mes.

Caldrà, però, transformar L_{CAL} de MJ/mes a W.

$$L_{CAL}(W) = L_{CAL}(MJ / mes) \cdot \frac{10^6 J}{1MJ} \cdot \frac{1mes}{Ndm} \cdot \frac{1dia}{24h} \cdot \frac{1hora}{3.600s} \quad (2.27)$$



A partir d'aquestes equacions s'obté l'àrea que satisfaria la demanda energètica de cada mes, i sabent que els captadors escollits, TAKAMA, tenen una àrea de captació de 2,59 m², es troba el nombre de col·lectors equivalent, Taula 2.37.

Es pot observar que el nombre de captadors necessaris per cobrir al 100% la potència necessària de calefacció varia per cada mes, ja que les necessitats de calefacció així ho fan, de manera molt significativa. Per això cal cercar l'àrea de captació que millor convingui a la instal·lació.

Per tant, el mètode que s'utilitzarà per optimitzar el nombre de captadors solars en el sistema a dissenyar en aquest projecte, serà el de les *Corbes f-Charts* conjuntament amb un anàlisi econòmic. Per tal de realitzar aquest procediment correctament i pas a pas, ens ajudarem de la bibliografia "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005, i de "Energia solar tèrmica", M. Rosas, 2001, tots dos basats en els criteris de l'ASHRAE.

Taula 2.37. Dades, àrea de captació per calefacció i n° de col·lectors equivalent.

Mes	L _{CAL} (MJ/mes)	L _{CAL} (W)	I _s (W/m ²)	η (%)	A _c (m ²)	Nombre captadors
Ge	26.945	10.060	692,33	60,80	23	9
Fe	16.606	6.864	814,66	67,51	12	5
Ma	14.069	5.253	729,78	67,07	10	4
Ab	6.468	2.495	697,81	66,51	5	2
Ma	0	0	672,51	69,73	0	0
Ju	0	0	619,06	69,96	0	0
Ju	0	0	592,03	71,29	0	0
Ag	0	0	612,03	72,02	0	0
Se	0	0	647,92	70,29	0	0
Oc	3.676	1.372	687,19	68,17	3	1
No	15.126	5.836	553,23	55,94	18	7
De	27.131	10.129	517,21	50,54	38	14



Optimització n° col·lectors solars per calefacció: Corbes *f*-Charts i anàlisi econòmic

El mètode de les Corbes-*f* és un mètode simplificat de disseny que permet prescindir del càlcul detallat sense restar fiabilitat, i representa un bon camí per determinar l'òptim econòmic dels sistemes d'escalfament solar.

L'aproximació que fa aquest mètode consisteix en identificar unes variables adimensionals del sistema tèrmic solar. A través d'elles s'obté *f* que farà referència a la fracció de necessitats energètiques que podrem cobrir gràcies a l'energia solar.

El balanç energètic global per un període mensual en un sistema tèrmic és:

$$Q_{TOT} - L_{TOT} + E = \Delta U \quad (2.28)$$

On: Q_{TOT} és l'energia solar útil total obtinguda durant el mes.

L_{TOT} és la suma de càrregues tèrmiques del mes.

E és l'energia auxiliar total requerida durant el mes.

ΔU és l'intercanvi d'energia a la unitat d'emmagatzematge, que es pot considerar nul.

En el cas del present projecte es farà l'estudi només per les càrregues tèrmiques de calefacció. Per tant:

$$Q_{CAL} = L_{CAL} - E \quad (2.29)$$

Que es pot adimensionar com: $f = \frac{Q_{CAL}}{L_{CAL}} \quad (2.30)$

On: f és la fracció de càrrega tèrmica mensual subministrada per l'energia solar.

Aquesta equació no es pot utilitzar directament per obtenir *f* perquè Q_{CAL} resulta d'una complicada funció de la radiació incident, la temperatura ambient i les pèrdues tèrmiques. De totes maneres, es pot obtenir el paràmetre *f* amb les dos relacions adimensionals següents:

$$X = \frac{A_C \cdot \left(\frac{F_R'}{F_R} \right) \cdot F_R U_L \cdot (T_{ref} - T_a) \cdot \Delta t}{L_{CAL}} \quad (2.31)$$



$$Y = \frac{A_C \cdot \left(\frac{F_R'}{F_R} \right) \cdot F_R(\tau\alpha) \cdot N_{dm} \cdot \overline{H_T}}{L_{CAL}} \quad (2.32)$$

On: Δt és el nombre de segons en un mes.

T_{ref} és una temperatura de referència, fixada a 100°C.

La resta de variables ja són conegudes. Cal dir però, que la unitat amb que treballarem per trobar aquestes variables, per L_{CAL} i $\overline{H_T}$ seran els Joules.

En sistemes que utilitzen líquid com a fluid caloportador, com en aquest cas, f s'obté a partir de la correlació següent (per valors $0 < X < 18$, i $0 < Y < 3$):

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3 \quad (2.33)$$

O gràficament amb la Figura 2.26.

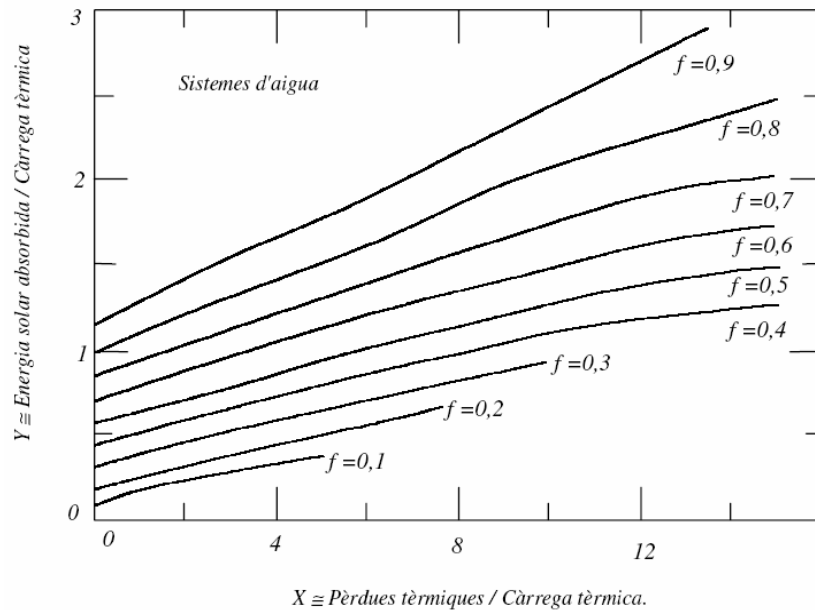


Fig. 2.26. Corbes- f per sistemes d'aigua.

Així doncs, una vegada obtinguda f , es calcula Q_{CAL} amb la següent equació que resulta de la Equació 2.30:

$$Q_{CAL} = f \cdot L_{CAL} \quad (2.34)$$



Obtenint, per tant, la quantitat de càrrega tèrmica de calefacció que subministren els captadors solars, i amb les següents equacions es coneixerà E, l'energia auxiliar subministrada, que cal transformar en kWh, per càlculs posteriors.

$$E = L_{CAL} - Q_{CAL} \quad (2.35)$$

$$E(kWh / mes) = E(MJ / mes) * \frac{1h}{3.600s} * \frac{10^3 kW}{1MW} \quad (2.36)$$

A continuació, també caldrà obtenir una equació de costos.

El que es pretén és trobar una equació que relacioni el cost fix dels captadors (ja que el cost de la resta de la instal·lació es negligeix, ja que encara és desconegut i per què, no depèn en gran mesura del nombre de col·lectors) i també el cost de l'energia auxiliar que es necessitarà durant un cert període de temps.

El cost fix dels col·lectors s'estableix amb l'Equació 2.37.

$$C_F = n_c \cdot p_c \quad (2.37)$$

On: C_F és el cost fix, en €.
 n_c és el nombre de col·lectors solars.
 p_c és el preu d'un col·lector solar, en €.

El cost variable de l'any i representa la quantitat de diners que es gasten anualment en pagar l'energia convencional consumida, i s'expressa d'aquesta manera:

$$C_{V,i} = p_{fix} \cdot 12 + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \quad (2.38)$$

On: $C_{V,i}$ és el cost variable de l'any i , en €/any,
 p_e és el preu de l'energia convencional actualment, en €/kWh
 p_{fix} és la quota fixa al mes actualment, en €
 η_e és el rendiment del sistema d'escalfament convencional.
 E_j és l'energia tèrmica auxiliar per calefacció el mes j , en kWh/mes.

A això caldrà afegir-li una base imposable del 16% d'IVA.

$$C_{V,i,TOTAL} = C_{V,i} \cdot 1,16 \quad (2.39)$$



Aquests costos variables, però, cal actualitzar-los a l'any de posada en funcionament de la instal·lació. Això s'aconsegueix tenint en compte que els diners perden valor any rere any (interès del diner) i que cada any l'energia s'encareix una certa quantitat (increment del preu de l'energia). El càlcul del cost variable actualitzat anual ($C_{Va,i}$) s'aconsegueix amb la següent Equació 2.40.

$$C_{Va,i} = C_{V,i,TOTAL} \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \quad (2.40)$$

On: r_e és l'inflació anual en el preu del combustible.

r_d és l'interès del diner.

Com que es vol conèixer el cost variable de tot el període, cal sumar tots els costos variables actualitzats de cada any:

$$C_{Va} = \sum_{i=1}^n \left[C_{V,i,TOTAL} \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \right] = \sum_{i=1}^n \left[1,16 \cdot \left[(p_{fix} \cdot 12) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right] \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \right] \quad (2.41)$$

On: n és el període considerat per als càlculs, en anys.

Com que L_{CAL} i f no varien d'un any per l'altre, l'equació es pot escriure com:

$$C_{Va} = 1,16 \cdot \left[(p_{fix} \cdot 12) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right] \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \quad (2.42)$$

El nombre òptim de col·lectors $n_{c,\text{òptim}}$ (àrea total òptima) serà tal que el cost total serà mínim, és a dir, satisfarà la següent sentència:

$$n_{c,\text{òptim}} \cdot p_c + 1,16 \cdot \left[(p_{fix} \cdot 12) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right] \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i = C_{T,\text{mín}} \quad (2.43)$$

Consideracions:

- Les necessitats energètiques de calefacció de maig a setembre s'han negligit, ja que amb el canvi de temporada l'equip solar deixarà de produir calor per a calefacció.



- El període d'estudi serà 10 anys, ja que és el temps de garantia dels captadors solars, tot i que la instal·lació té un vida útil mitja de 20 anys.
- L'energia convencional considerada serà gas natural i el seu preu aproximat és de 4,1198 c€/kWh de consum i 5,34 €/mes de terme fix.
- Com a rendiment de l'energia convencional s'agafa el rendiment de la caldera, el qual s'estima del 70%.
- Es té en compte un interès del preu del diner (IPC) del 2%, un valor habitual actualment.
- S'estableix en un 4% l'increment anual en el preu de l'energia convencional, com a tendència dels propers 10 anys.

Les dades utilitzades per al càlcul del nombre de col·lectors a instal·lar es representen a la taula 2.38.

Realitzarem tots aquests càlculs per diferents nombre de captadors solars, fins que trobem que el cost total ascendeixi, Taules 2.39 a 2.46, i Figura 2.28.

En resum, amb tot aquest procediment el que es pretén és optimitzar el número de captadors solars per calefacció en aquesta instal·lació trobant la relació òptima entre cost inicial del nombre de captadors i cost de l'energia auxiliar en els pròxims 10 anys. Es podrà veure que, en principi, el cost total serà menor com més captadors hi hagi, però arribarà un punt en que la influència del cost fix dels col·lectors serà més evident i el cost total tornarà a augmentar.

**Taula 2.38. Dades per a l'optimització de l'àrea de captació per Calefacció.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
L_{CAL} (MJ/mes)	26.945	16.606	14.069	6.468	3.676	15.126	27.131
L_{CAL} (kWh/mes)	7.485	4.613	3.908	1797	1.021	4.202	7.536
N (dies/mes)	31	28	31	30	31	30	31
\bar{H}_T (MJ/m²·dia)	9,33	17,50	19,15	20,77	15,96	9,09	5,77
I_s (W/m²)	692,33	814,66	729,78	697,81	687,19	553,23	517,21
G_{fluid} (kg/s·m²)	0,0153			p_e (€/kWh)			0,041198
C_p (J/kg·°C)	3.930			p_{fix} (€/mes)			2,67
F'_R/F_R	0,97			η_e			0,70
F_R·U_L	4,760			r_d (%)			2
F_R·τα	0,938			r_e (%)			4
p_c (€)	725			n (anys)			10

Taula 2.39. Cost Total per 1 captador solar.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	1						
A_c	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
X	0,11	0,17	0,20	0,42	0,72	0,19	0,11
Y	0,03	0,08	0,10	0,23	0,32	0,04	0,02
f	0,02	0,07	0,09	0,20	0,26	0,03	0,01
Q (MJ/mes)	505	1.106	1.229	1.302	945	492	241
E (MJ/mes)	26.440	15.500	12.840	5.166	2.731	14.634	26.890
E(kWh/mes)	7.345	4.305	3.567	1.435	759	4.065	7.469
C_f (€)	725						
C_v (€)	22.175						
C_{TOTAL} (€)	22.900						

**Taula 2.40. Cost Total per 2 captadors solar.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	2						
A _c	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18
X	0,22	0,35	0,39	0,84	1,43	0,38	0,22
Y	0,05	0,15	0,20	0,47	0,64	0,09	0,03
f	0,04	0,13	0,17	0,38	0,47	0,06	0,02
Q (MJ/mes)	1.002	2.167	2.394	2.445	1.731	973	481
E (MJ/mes)	25.943	14.439	11.675	4.023	1.945	14.153	26.650
E(kWh/mes)	7.206	4.011	3.243	1.118	540	3.931	7.403
C _f (€)	1.450						
C _v (€)	21.044						
C _{TOTAL} (€)	22.494						

Taula 2.41. Cost Total per 3 captadors solar.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	3						
A _c	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77	7,77
X	0,33	0,52	0,58	1,26	2,14	0,56	0,32
Y	0,07	0,23	0,29	0,70	0,95	0,13	0,05
f	0,06	0,19	0,25	0,53	0,65	0,10	0,03
Q (MJ/mes)	1.492	3.183	3.495	3.438	2.372	1.440	718
E (MJ/mes)	25.453	13.423	10.574	3.030	1.304	13.685	26.413
E(kWh/mes)	7.070	3.728	2.937	841	362	3.801	7.336
C _f (€)	2.175						
C _v (€)	20.002						
C _{TOTAL} (€)	22.177						

**Taula 2.42. Cost Total per 4 captadors solar.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	4						
A_c	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36
X	0,44	0,69	0,78	1,68	2,86	0,75	0,43
Y	0,10	0,30	0,39	0,93	1,27	0,17	0,06
f	0,07	0,25	0,32	0,66	0,78	0,12	0,03
Q (MJ/mes)	1.976	4.156	4.536	4.294	2.884	1.897	954
E (MJ/mes)	24.969	12.450	9.533	2.174	792	13.229	26.177
E(kWh/mes)	6.936	3.458	2.648	604	220	3.675	7.272
C_f (€)	2.900						
C_v (€)	19.043						
C_{TOTAL} (€)	21.943						

Taula 2.43. Cost Total per 5 captadors solar.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	5						
A_c	12,95	12,95	12,95	12,95	12,95	12,95	12,95
X	0,55	0,87	0,98	2,11	3,58	0,94	0,54
Y	0,13	0,39	0,50	1,17	1,58	0,22	0,08
f	0,09	0,31	0,39	0,78	0,87	0,15	0,04
Q (MJ/mes)	2.452	5.086	5.517	5.021	3.282	2.342	1.187
E (MJ/mes)	24.493	11.520	8.552	1.447	394	12.784	25.944
E(kWh/mes)	6.804	3.200	2.375	402	110	3.551	7.207
C_f (€)	3.625						
C_v (€)	18.162						
C_{TOTAL} (€)	21.787						

**Taula 2.44. Cost Total per 6 captadors solar.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	6						
A_c	15,54	15,54	15,54	15,54	15,54	15,54	15,54
X	0,66	1,04	1,18	2,53	4,29	1,13	0,65
Y	0,15	0,46	0,60	1,41	1,91	0,26	0,09
f	0,11	0,36	0,46	0,87	0,97	0,18	0,05
Q (MJ/mes)	2.921	5.974	6.441	5.633	3.581	2.775	1.418
E (MJ/mes)	24.024	10.632	7.628	835	95	12.351	25.713
E(kWh/mes)	6.673	2.953	2.119	232	27	3.431	7.142
C_f (€)	4.350						
C_v (€)	17.350						
C_{TOTAL} (€)	21.700						

Taula 2.45. Cost Total per 7 captadors solar.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	7						
A_c	18,13	18,13	18,13	18,13	18,13	18,13	18,13
X	0,77	1,22	1,37	2,95	5,01	1,32	0,76
Y	0,18	0,54	0,70	1,64	2,22	0,31	0,11
f	0,13	0,41	0,52	0,95	1,03	0,21	0,06
Q (MJ/mes)	3.383	6.822	7.310	6.138	3.796	3.196	1.648
E (MJ/mes)	23.562	9.784	6.759	330	0	11.930	25.483
E(kWh/mes)	6.545	2.718	1.878	92	0	3.314	7.079
C_f (€)	5.075						
C_v (€)	16.628						
C_{TOTAL} (€)	21.703						

**Taula 2.46. Cost Total per 8 captadors solar.**

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	8						
A _c	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72
X	0,89	1,39	1,56	3,37	5,72	1,51	0,87
Y	0,20	0,62	0,80	1,88	2,54	0,35	0,12
f	0,14	0,46	0,58	1,01	1,07	0,24	0,07
Q (MJ/mes)	3.838	7.630	8.124	6.548	3.942	3.607	1.875
E (MJ/mes)	23.107	8.976	5.945	0	0	11.519	25.256
E(kWh/mes)	6.419	2.493	1.651	0	0	3.199	7.016
C _f (€)	5.800						
C _v (€)	15.987						
C _{TOTAL} (€)	21.787						

La fracció solar anual, f_{ANUAL} , lògicament, augmenta amb el nombre de col·lectors solars, Figura 2.27. Aquesta fracció s'obté del quocient entre la suma de Q_{CAL} de cada mes, per tant $Q_{CAL,anual}$ i la suma de L_{CAL} de cada mes, $L_{CAL,anual}$.

$$f_{ANUAL} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{CAL,i}}{\sum_{i=1}^{12} L_{CAL,i}} \quad (2.44)$$

Però el cost total, en euros, en els pròxims 10 anys, com es comenta anteriorment, descendeix fins un cert punt, l'òptim, i després torna a pujar. A la Figura 2.28 s'observa que el mínim cost total en els pròxims deu anys correspon a una instal·lació formada per **6 col·lectors solars**.

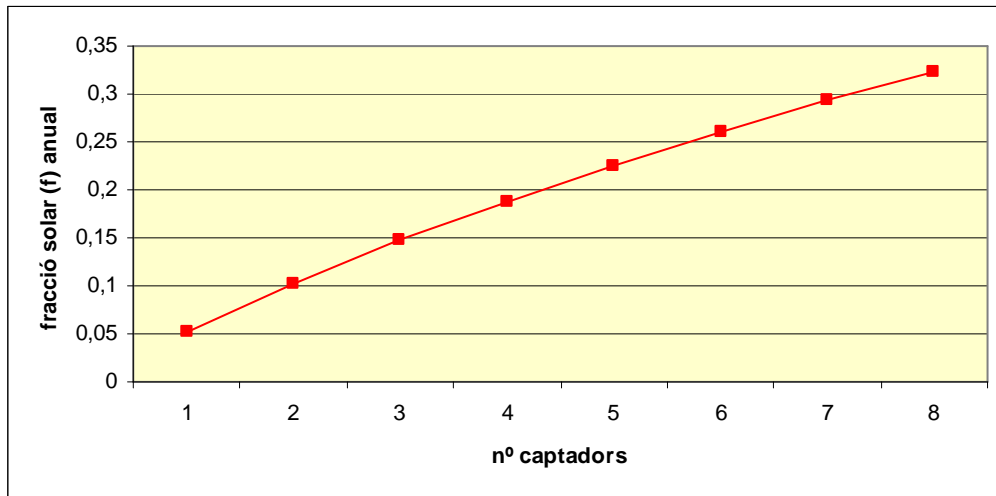


Fig. 2.27. Fracció solar anual en funció del nº de captadors.

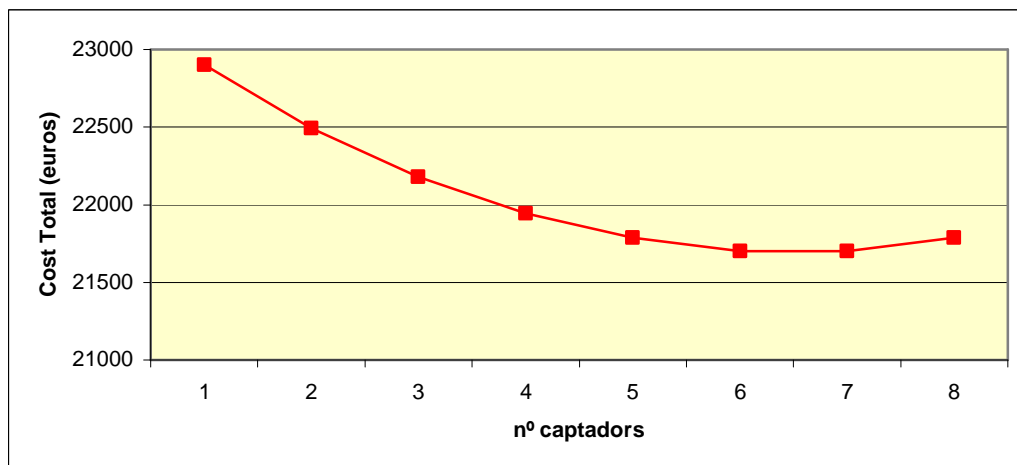


Fig. 2.28. Cost Total en 10 anys en funció del nombre de captadors.

En la Figura 2.29, es pot apreciar la diferència entre les potències subministrades per diferent nombre de col·lectors solars i a la Figura 2.30, el percentatge de la demanda energètica de calefacció coberta.

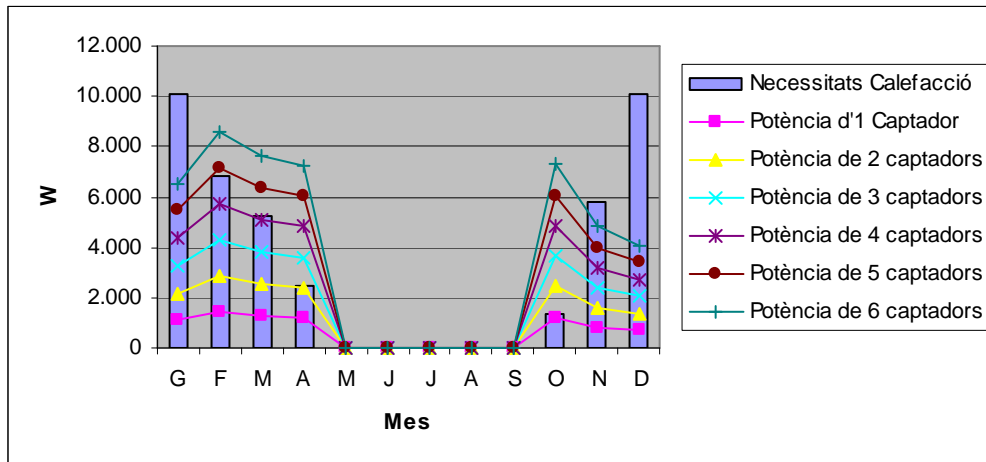


Fig. 2.29 Potència necessària per calefacció-Potència subministrada pels captadors.

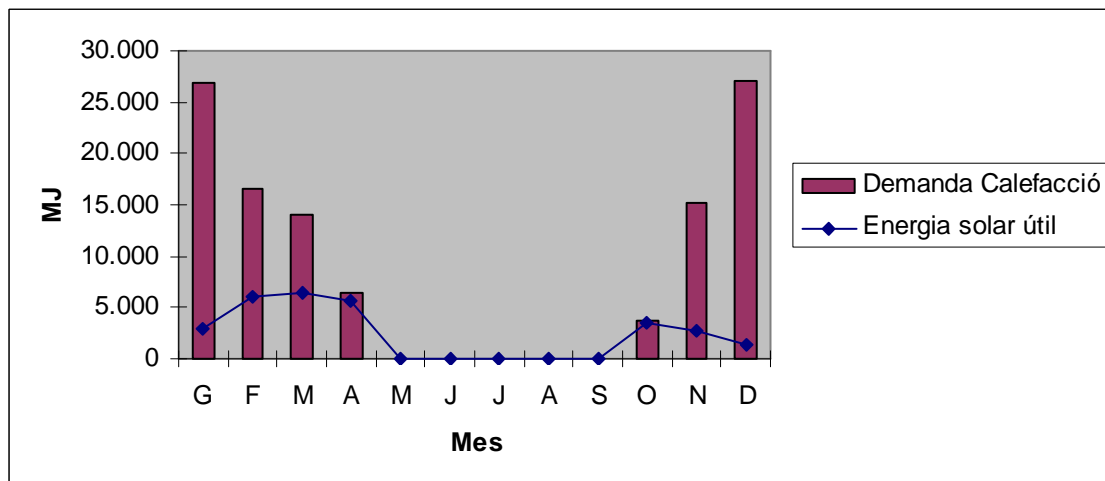


Fig. 2.30. Relació demanda calefacció - energia útil.

2.1.10.1. Dissipador d'escalfor

Segons l'apartat 3.2.2.3 del document HE-4 del CTE, cal dotar la instal·lació solar amb dispositius de control, manuals o automàtics, que evitin sobreescalfaments de la mateixa que puguin malmetre materials, equips o qualitat del subministre energètic.

El mercat disposa d'un element anomenat dissipador d'escalfor, especialment dissenyat amb aquesta finalitat. La marca comercial Salvador Escoda proposa dos models, capaços de dissipar 2000 W i l'altre 4000 W. Amb les corresponents indicacions del



fabricant, que considera que per instal·lacions de fins 6 captadors és suficient, s'instal·larà un dissipador de calor de 4000 W per complir amb el requeriment del CTE .

El funcionament del dissipador es pot descriure com el d'un bescanviador d'escalfor amb el medi ambient, que actua quan la instal·lació assoleix temperatures superior a 90°C. En el seu funcionament normal el fluid caloportador passa exclusivament pel camp de captadors, i una vàlvula de retenció simple, que porta incorporada el dissipador, impedeix la circulació a través d'ell. Amb temperatures superiors a 90°C la vàlvula s'obre cedint el pas al fluid cap al dissipador, dissipant l'escalfor. A més, aquest equip permet la protecció de la instal·lació en cas de fallada en el subministre elèctric o avaria, ja en aquests casos el fluid dels captadors deixa de circular i ràpidament assoleix temperatures superiors a 90°C.

2.1.11. ÀREA DE CAPTACIÓ SOLAR NECESSÀRIA PER ACS (Nº DE CAPTADORS)

L'equació que s'utilitzarà per calcular la superfície captadora és, com en l'apartat anterior:

$$A_c = \frac{L_{ACS}}{\eta \cdot I_s} \quad (2.45)$$

On: A_c és l'àrea de captació total.

L_{ACS} és la càrrega mensual per ACS, en W.

I_s és la irradiació, en W/m².

η és el rendiment del captador, per cada mes.

Caldrà, però, transformar L_{CAL} de MJ/mes a W.

$$L_{ACS}(W) = L_{ACS}(MJ / mes) \cdot \frac{10^6 J}{1MJ} \cdot \frac{1mes}{Ndm} \cdot \frac{1dia}{24h} \cdot \frac{1hora}{3.600s} \quad (2.46)$$

Per trobar el nombre de captadors que satisfarà les necessitats d'ACS, cal recordar que els captadors TAKAMA tenen una àrea de captació de 2,59m².

A través de la Taula 2.47, es poden observar els valors de les dades necessàries i el resultat del nombre de captadors necessari per cada mes.



Durant tot l'any és suficient un col·lector solar per cobrir les necessitats d'aigua calenta sanitària i, tot i que alguns tècnics recomanen un muntatge de 2 col·lectors per tal d'evitar el risc de falta de subministrament d'ACS per fallada o trencament del col·lector, augment de l'ocupació a l'habitatge, etc., s'optarà per una instal·lació amb un únic col·lector solar, per estalviar problemes de sobreescalfaments i perquè, a més, en cas de fallada per algun dels motius mencionats anteriorment, es disposa del sistema de recolzament per caldera mentre s'intenta reparar ràpidament el captador.

Taula 2.47. Dades per al càlcul de l'àrea de captació per ACS.

Mes	L_{ACS} (MJ/mes)	L_{ACS} (W)	I_s (W/m ²)	η (%)	A_c (m ²)	Nº captadors
Ge	856,5	319,8	692,33	60,80	0,76	1
Fe	759,5	313,9	814,66	67,51	0,57	1
Ma	809,7	302,3	729,78	67,07	0,62	1
Ab	753,5	290,7	697,81	66,51	0,63	1
Ma	763,0	284,9	672,51	69,73	0,61	1
Ju	723,3	279,1	619,06	69,96	0,64	1
Ju	731,9	273,3	592,03	71,29	0,65	1
Ag	747,5	279,1	612,03	72,02	0,63	1
Se	738,4	284,9	647,92	70,29	0,63	1
Oc	778,6	290,7	687,19	68,17	0,62	1
No	783,6	302,3	553,23	55,94	0,98	1
De	856,5	319,8	517,21	50,54	1,22	1

Per altra banda, cal assegurar-se de que es compleix amb el CTE, és a dir, que la instal·lació solar subministri el 50% de les necessitats anuals de ACS. Una manera més precisa i fiable d'assegurar-se de cobrir aquest percentatge de les necessitats energètiques d'ACS és amb el **Mètode de les Corbes-f : Cas particular d'escalfament exclusiu d'ACS**.



El mètode és el mateix que en el cas anterior, per calefacció, però caldrà aplicar el factor corrector següent:

$$\frac{X_C}{X} = \frac{11,6 + 1,18 \cdot T_{ACS} + 3,86 \cdot T_{XARXA} - 2,32 \cdot T_a}{100 - T_a} \quad (2.45)$$

On: X és un dels paràmetres adimensionals de f , Equació 2.31.

X_C és el nou paràmetre corrector que substituirà X en el càlcul de f .

Els resultats, seguint el mateix procediment que en l'apartat anterior, per calefacció, es mostren a la Taula 2.48. Cal dir que en els mesos en que l'energia proporcionada pel captador supera a la demanda energètica per ACS, $f > 1$, aquests resultats s'han truncat al valor de demanda, $f=1$, per tenir resultats més reals respecte al percentatge anual.

Com es pot veure, es cobreix de sobres el 50% de les necessitats anuals d'ACS establert pel CTE. Els percentatges de la demanda d'ACS coberta amb energia solar es poden observar gràficament a la Figura 2.31.

Taula 2.48. Fracció anual de les necessitats d'ACS i paràmetres de càlcul.

Mes	Gn	Fb	Mr	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	Nv	Ds
Nº colectors	1											
A_c	2,59											
L_{ACS}	857	760	810	754	763	723	732	748	738	779	784	857
T_{ACS}	60											
T_{XARXA}	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
T_a	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8
X	3,48	3,80	3,41	3,62	3,32	3,37	3,20	3,13	3,34	3,38	3,64	3,44
X_C	3,20	3,48	3,20	3,67	3,20	3,24	3,06	2,83	3,11	3,26	3,59	3,11
Y	0,80	1,69	1,73	2,02	2,09	2,35	2,39	2,18	1,93	1,50	0,85	0,49
f	0,49	0,94	0,97	1	1	1	1	1	1	0,87	0,50	0,27
Q_{ACS}	416	712	784	754	763	723	732	748	738	679	391	227
f_{anual}	82,42%											

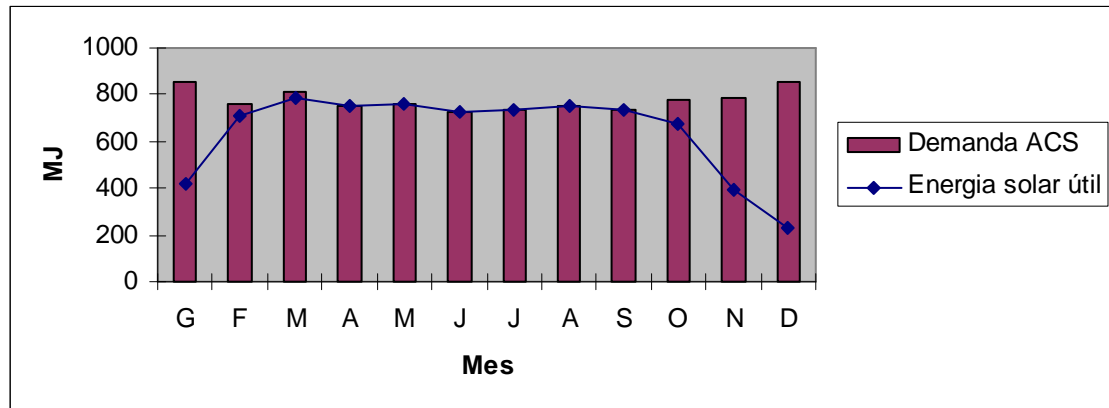


Fig. 2.31. Relació demanda ACS - energia solar útil.

2.1.12. DISTRIBUCIÓ DELS CAPTADORS SOLARS

En el funcionament de les instal·lacions, el fluid que passa pels captadors recircula de manera controlada per l'interior de l'element acumulador cedint la calor absorbida en els captadors de manera progressiva. Inicialment tot està a una mateixa temperatura, però durant les diferents recirculacions, el fluid anirà augmentant la seva temperatura, i per tant la de l'acumulador, fins arribar a la temperatura de disseny fixada, i el sistema aturarà el seu funcionament. Aquest procés dura un cert temps, per lo que s'estudia el tipus de connexió entre els diferents captadors d'una instal·lació.

Com es pot veure a la Figura 2.32, els captadors es poden connectar en paral·lel, en sèrie o en combinació. El seu comportament, per la corba de rendiment, variarà en funció del cabal circulat per cada un d'ells i de la temperatura d'entrada a aquests captadors. Aquesta corba, bàsicament representa que a mesura que augmenta la temperatura d'entrada del fluid al captador, disminueix el seu rendiment, és a dir, la calor absorbida serà més petita i el salt de temperatures entre entrada i sortida del captador també serà menor.

Si la connexió és en paral·lel, els cabals circulants per cada captador seran els mateixos i els salts tèrmics també, amb la qual cosa la recta de rendiment del captador es podrà assumir com la recta de rendiment global de la instal·lació.

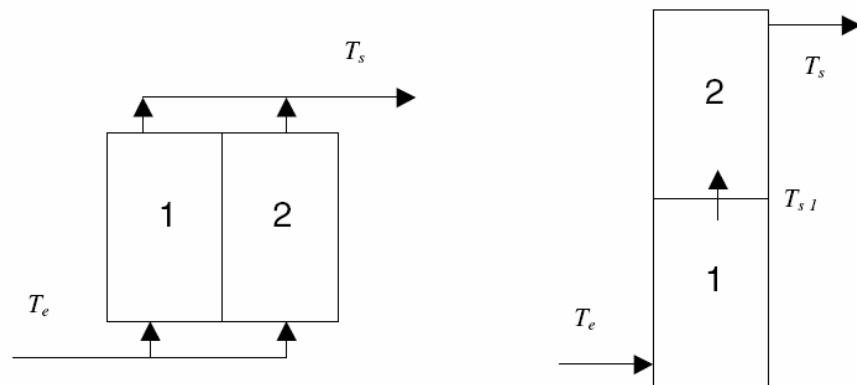


Fig. 2.32. Connexió de captadors en paral·lel i en sèrie.

Seria lògic pensar que si s'aconsegueix fer arribar el fluid caloportador a una temperatura més elevada, el temps que tardaria el dipòsit a arribar a la temperatura d'acumulació seria inferior. En aquest cas, es podria decidir la connexió en sèrie: el fluid surt del primer captador a una temperatura T_{s1} , que alhora serà la d'entrada al següent captador. Tot i aquest fet en que la temperatura d'entrada al segon captador augmenta, el rendiment no serà igual i tampoc el comportament global de la instal·lació.

Per la connexió dels captadors es té en compte el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en edificis (RITE), i el document bàsic d'estalvi d'energia H-4 del CTE, que especifiquen els següents criteris generals:

- Els captadors es disposaran en files que tindran el mateix nombre d'elements. Les files estaran en paral·lel i ben alineades.
- Per cada fila, la connexió dels captadors serà en paral·lel i només es podran disposar en sèrie quan la temperatura d'ús de ACS sigui major de 50°C. Les files, també en paral·lel, només es connectaran en sèrie quan els captadors d'una mateixa fila s'hagin connectat en paral·lel i la temperatura d'ús d'ACS sigui superior a 50°C.
- No s'han de connectar en sèrie més de tres captadors ni més de tres files de captadors connectats en paral·lel.
- L'entrada del fluid portador de calor s'efectuarà per l'extrem inferior del primer captador de la fila i la sortida serà per l'extrem superior de la última. L'entrada tindrà una pendent ascendent en el sentit d'avanç del fluid de l'1%.

- La connexió entre captadors i files es realitzarà de manera que el circuit resulti equilibrat hidràulicament (retorn invertit), sinó caldrà instal·lar vàlvules d'equilibri.

Segons aquest mateix reglament, la separació entre files de captadors ha de ser tal, que al migdia solar del dia més desfavorable del període d'utilització, l'ombra de l'aresta superior d'una fila ha de projectar-se com a màxim sobre l'aresta inferior de la fila següent, i aquesta distància, Figura 2.33, es calcula amb l'Equació 2.48.

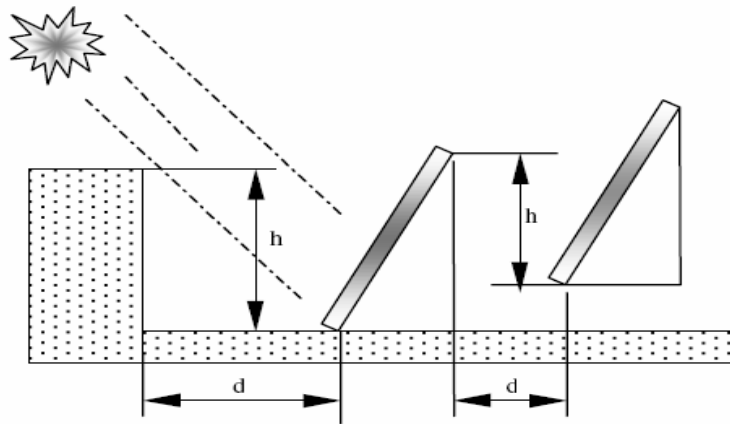


Fig. 2.33. Distància entre files de captadors.

La distància s'obté, doncs, amb la següent relació:

$$d \geq k \cdot h \quad (2.48)$$

On: d és la separació entre files.
 k coeficient que depèn de la inclinació dels captadors, Taula 2.49.
 h és l'alçada del captador (vertical, entre l'aresta superior i el sòl).

Taula 2.49. Coeficient k de separació entre files de captadors, segons la inclinació.

Inclinació	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
k	1,532	1,638	1,732	1,813	1,879	1,932	1,970	1,992

Per determinar h calen una sèrie de càlculs trigonomètrics, en que s'ha de tenir en compte la longitud del col·lector, L_c , la inclinació de la teulada, b , i la inclinació dels captadors, a . L'equació resultant per calcular d seria:

$$d \geq \frac{Lc \cdot \sin(a) - Lc \cdot \cos(a) \cdot \tan(b)}{\left(\frac{1}{k} + \tan(b)\right)} \quad (2.49)$$

En aquest projecte, no cal calcular la distància mínima entre files de captadors, ja que es col·loquen aprofitant la inclinació de la teulada, és a dir, en certa manera les files de captadors van planes amb la teulada, com es pot apreciar a la Figura 2.34, de manera que l'ombra d'una fila no pot projectar-se sobre la fila posterior. Per tant, la distància entre files de captadors serà la que es cregui convenient.

De totes maneres, és considerarà un espai d'aproximadament 1 m.

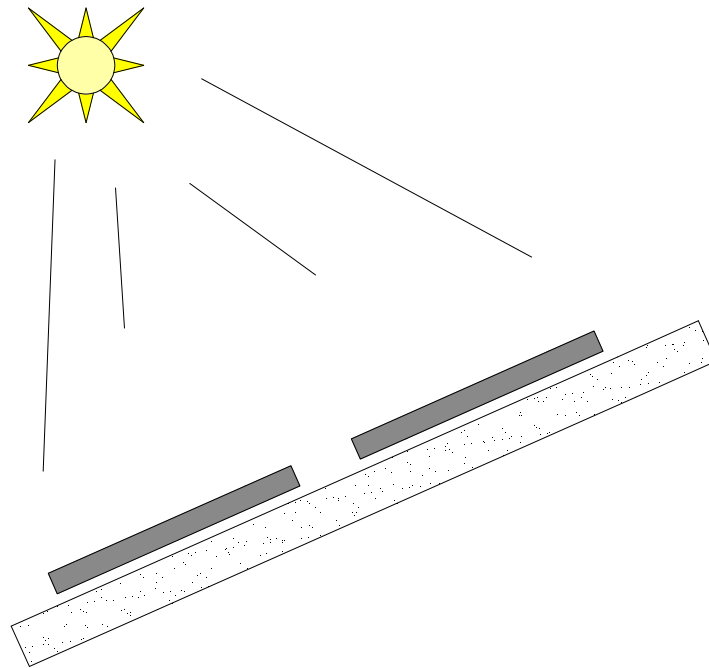


Fig. 2.34. Exemple de disposició de dos files de captadors sobre la teulada.

En el model de captador escollit, TAKAMA T2-INOX TRIDIMENSIONAL, segons catàleg, es poden connectar els captadors en paral·lel formant grups de fins a 10 captadors, mitjançant unions roscades, per tant, aquesta instal·lació no presenta problemes en aquest respecte.

L'entrada del fluïda caloportador és realitzarà per la part inferior del primer captador, i la sortida per la part superior de l'últim, i les sortides inutilitzades dels extrems del grup es tancaran amb taps roscats, Figura 2.35.

A la sortida del grup, a la part superior de l'últim captador, s'instal·larà un purgador.

Les grans dimensions de la coberta de la casa sobre la que s'instal·laran els col·lectors permeten la instal·lació del nombre de col·lectors necessaris calculats anteriorment.

Els captadors solars s'han d'instal·lar sobre una superfície estable i sòlidament fixada.

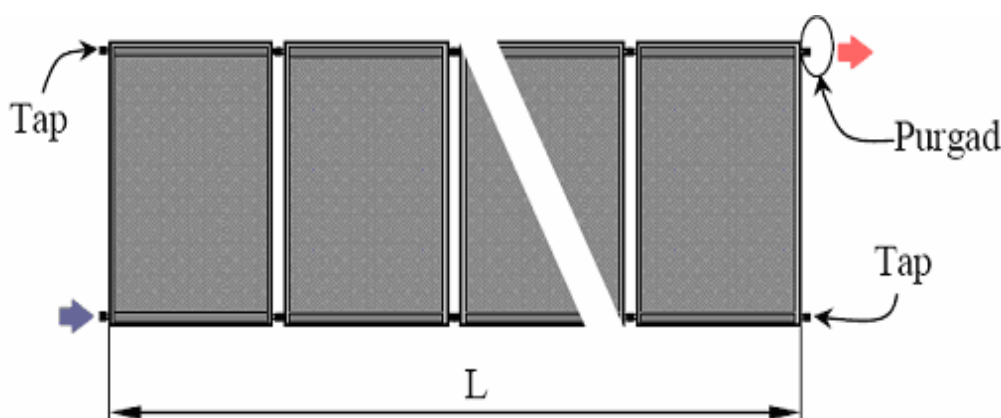


Fig. 2.35. Disposició dels captadors, segons catàleg.

Segons el catàleg, la longitud que ocuparà l'estructura en funció del nombre de captadors és la que dona la Taula 2.50.

Taula 2.50. Longitud del grup en funció del nombre de captadors.

Nº de captadors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud del grup (mm)	1050	2100	3150	4200	5250	6300	7350	8400	9450	10500

La solució adoptada en aquest projecte, la distribució serà, per una banda, el col·lector per ACS, Figura 2.36, i per altra banda el conjunt dels 6 col·lectors per calefacció, connectats en paral·lel, Figura 2.37, formant 2 files connectades també en paral·lel.

D'aquesta manera s'obtenen rendiments elevats sense arribar a temperatures excessivament altes.

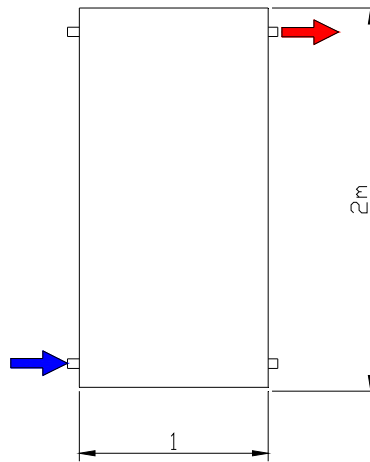


Fig. 2.36. Disposició del captadors solar per ACS.

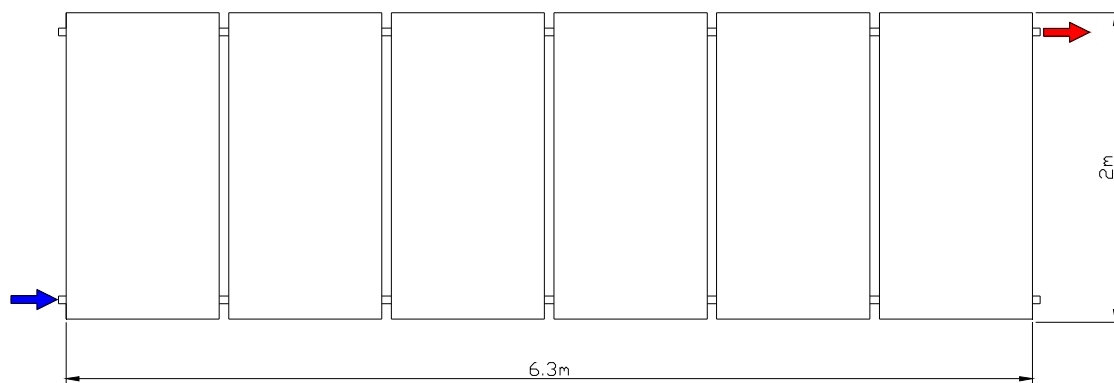


Fig. 2.37. Disposició dels captadors solars per calefacció.

2.1.13. CÀLCUL DE LA RESISTÈNCIA ESTRUCTURAL DEL SOSTRE DE L'HABITATGE

La càrrega per m^2 d'àrea de recolzament del captador (diferent a l'àrea de captació), es calcula amb la següent Equació 2.50.

$$C_{\text{captador}} \left(\frac{kN}{m^2} \right) = \frac{m_{\text{captador}} (kg) \cdot \frac{9,8 N}{kg} \cdot \frac{kN}{1000 N}}{A_{\text{recolzament}} (m^2)} \quad (2.50)$$

On: C_{captador} és la càrrega que suposen els captadors per m^2 (kN/m^2).

m_{captador} és la massa del captador solar ple de fluid caloportador (kg).

$A_{\text{recolzament}}$ és l'àrea de recolzament del captador (m^2).



Per saber si el sostre de la casa prefabricada suportarà la instal·lació dels captadors solars sense necessitat de reforçar o recalculer l'estructura de l'habitatge en el projecte inicial, caldrà fer-ne el càlcul a partir de les dades següents:

- Sostre coberta:
 - Tipus forjat: Placa armada alleugerida
 - Canto: 16 cm
 - Amplada: 240 cm
 - Pes propi: $2,80 \text{ kN/m}^2$
 - Càrregues permanents: $0,60 \text{ kN/m}^2$
 - Sobrecàrrega d'ús i neu: $1,50 \text{ kN/m}^2$
 - Sobrecàrrega neu (Lleida): $50 \text{ kg/m}^2 \approx 0,50 \text{ kN/m}^2$
 - Sobrecàrrega d'ús: 1 kN/m^2
 - Càrrega Total: $4,90 \text{ kN/m}^2$
- Pes del captador ple de líquid: $m_{\text{captador}} = 43,50 \text{ kg}$
- Dimensions del captador: $1,00 \times 2,00 \times 0,74 \text{ m}$ (Figura 2.38)
 - Superfície: $A_{\text{recolzament}} = 2 \text{ m}^2$
 $A_{\text{captació}} = 2,59 \text{ m}^2$

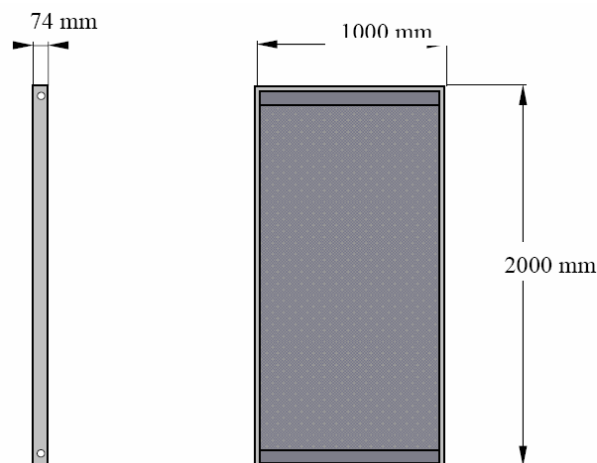


Fig. 2.38. Esquema acotat del captador.



Fent el càlcul, s'obté que $C_{captador} = 0,21 \frac{kN}{m^2}$, per tant, es pot observar que el sostre de la casa prefabricada suportarà la càrrega de la instal·lació dels captadors solars sense dificultats, ja que:

$$C_{captador} < \text{Sobrecàrrega}_{d'ús}$$

La càrrega que suposen els captadors és més petita que la sobrecàrrega d'ús considerada en el càlcul estructural de la casa prefabricada, i per tant, no caldrà reforçar ni recalcular l'estructura del projecte inicial.

2.1.14. CÀLCUL DEL VOLUM DEL DIPÒSIT ACUMULADOR

Segons el document bàsic d'estalvi d'energia del nou codi tècnic d'edificació, HE-4, Contribució solar mínima per ACS, els paràmetres per dimensionar el volum del dipòsit acumulador, en litres, seran tal que es compleixi la relació:

$$50 < \frac{V_{DipòsitAcumulador}}{A_{c,ACS}} < 180 \quad (2.51)$$

On: $V_{DipòsitAcumulador}$ és el volum del dipòsit acumulador, litres.

$A_{c,ACS}$ és l'àrea de captació per ACS, m^2 .

Per tant, sabent que l'àrea de captació per ACS de la instal·lació és de $2,59 m^2$, donat que només cal 1 col·lector solar, el volum del dipòsit serà:

$$129,5 < V_{dipòsit} < 466,2$$

També és important conèixer la superfície d'intercanvi de l'acumulador si es vol trobar el dipòsit acumulador òptim. Aquesta superfície, $S_{intercanvi}$ ha d'estar compresa entre $1/4$ i $1/3$ de l'àrea de captació, amb un sobredimensionament del 10% en cas d'utilitzar anticongelants en el fluid caloportador, com és el cas. Per tant, $S_{intercanvi}$ haurà de ser:

$$\frac{1}{4} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1 \leq S_{intercanvi} \leq \frac{1}{3} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1 \quad (2.52)$$

On: $S_{intercanvi}$ és la Superfície d'intercanvi del dipòsit acumulador (m^2).



$$0,71\text{m}^2 \leq S_{\text{intercanvi}} \leq 0,95\text{m}^2$$

El sistema d'acumulació estarà constituït preferentment per un dipòsit, de configuració vertical. S'escollirà, per tant, un sistema d'acumulació format per un sol dipòsit de **200 litres** amb una superfície d'intercanvi de $0,95\text{ m}^2$.

2.1.15. CÀLCUL DEL VOLUM DEL DIPÒSIT D'INÈRCIA

El volum del dipòsit d'inèrcia es calcula de diferent forma segons diferents autors. Un dels paràmetres que es pot tenir en compte per determinar-lo és la superfície de captació. Com a factor de partida, segons el Centre d'estudis de l'energia solar (CENSOLAR), es trien 75 litres per cada metre quadrat de captació, per un aprofitament òptim de l'energia incident. A més, aquesta dada coincideix amb els paràmetres de disseny típics, i el que se'ns recomana a "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005.

$$V_{\text{DipòsitInèrcia}} < 75\text{litres} \cdot A_{c,\text{calefacció}} \quad (2.53)$$

On: $V_{\text{DipòsitInèrcia}}$ és el volum del dipòsit d'inèrcia, litres.

$A_{c,\text{calefacció}}$ és l'àrea de captació per calefacció, m^2 .

Sabent que cada col·lector té una àrea de captació de $2,59\text{ m}^2$ i que disposem de 6 col·lectors per calefacció, l'àrea total de captació és de $15,54\text{ m}^2$ el volum necessari serà:

$$V_{\text{DipòsitInèrcia}} < 1.105,5\text{litres}$$

El sistema d'inèrcia també estarà constituït preferentment per un dipòsit de configuració vertical. El volum aproximat serà de 1.100 litres, però per tal d'aconseguir un dipòsit que existeixi comercialment, el volum final serà de **1.000 litres**.



2.1.16. CÀLCUL DE LA POTÈNCIA NECESSÀRIA DE LA CALDERA

La potència de la caldera ve donada per l'Equació 2.54.

$$P_{caldera} = (Q_{TOT} + Q_{pèrdues}) \cdot a \quad (2.54)$$

On: Q_{TOT} és la potència total per calefacció i ACS, en W.

$Q_{pèrdues}$ són les pèrdues de calor en les canonades, etc.

a és l'augment de potència per inèrcia, i equival a 1,1.

La potència total, Q_{TOT} , serà la potència més desfavorable, és a dir, la més alta que resulta de sumar les mes altes d'ACS i calefacció.

Per aigua calenta sanitària els mesos de més consum són gener i febrer, amb una demanda de 856,5 MJ/mes, equivalents a 319,78 W.

Segons les dades més desfavorables obtingudes amb el DpClima, la potència més desfavorable per calefacció, màxima, serà de 17.316 W per al total de l'edifici, com es pot veure a la Taula 2.4, taula resum de càrregues totals de calefacció referides a les potències màximes en cada dependència per al dia més desfavorable.

Les pèrdues de calor $Q_{pèrdues}$, segons la normativa actual, han de ser mínimes, és a dir, com a màxim del 5%.

Per tant, després de realitzar el càlcul de l'Equació 2.54, la potència resultant de la caldera serà d'aproximadament 20 kW.

La caldera escollida, creient que és la que millor convé a la instal·lació, és de la marca Junkers, model EUROLINE ZW 23-1 KE, amb una potència útil de 22,6 kW, de 28 kg de pes, dimensions 700x400x295mm, amb mètode de producció instantani i pressió màxima del circuit 3 bars.



2.1.17. PÈRDUES DE CÀRREGA EN ELS CAPTADORS

Segons el catàleg del fabricant del model de captador escollit, TAKAMA T-2 INOX. TRIDIMENSIONAL, les pèrdues de càrrega en un col·lector solar en funció del cabal circulat venen donades per la Figura 2.39, on es pot observar que per cabals compresos entre els marges recomanats (120-150 l/hora-captador) la pèrdua de càrrega al captador és mot petita.

La caiguda de pressió del captador es determina considerant com a fluid caloportador aigua a temperatura ambient.

El cabal obtingut anteriorment, a l'apartat 2.1.6, G_{fluid} , és de $0,015 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2$, i a partir de la següent equació es pot obtenir el cabal màssic que circula per cada captador:

$$\dot{m}_{\text{captador}} = G_{\text{fluid}} \cdot A_c \quad (2.55)$$

On: $\dot{m}_{\text{captador}}$ és el cabal màssic que circula per cada captador, kg/s.

G_{fluid} és el cabal màssic de fluid circulat pel circuit primari per m^2 de captació, $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$.

A_c és l'àrea de captació de cada col·lector solar, $2,59 \text{ m}^2$.

El resultat serà d'un cabal màssic de $0,039 \text{ kg/s}$.

Però a la figura, les pèrdues de càrrega estan en funció del cabal volumètric, L/min, per lo que cal la següent conversió:

$$C(\text{L/min}) = \frac{\dot{m}_{\text{captador}}(\text{kg/s}) \cdot 60\text{s}}{\rho_f(\text{kg/m}^3)} \cdot \frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3} \quad (2.56)$$

On: C és el cabal volumètric per un captador.

ρ_f és la densitat del fluid caloportador, 1.009 kg/m^3 .

Substituint els valors corresponents a l'Equació 2.56, el cabal volumètric serà **$C = 2,32 \text{ L/min}$** .

S'obté el mateix resultat procedint des de la dada de partida de l'apartat 2.1.6, $G_{\text{vol,fluid}} = 0,014 \text{ L/s}\cdot\text{m}^2$, i a partir de l'Equació 2.56:



$$C(L/\text{min}) = G_{\text{vol,fluid}} \left(\frac{L}{s \cdot m^2} \right) \cdot A_c (m^2) \cdot \frac{60s}{1\text{min}} \quad (2.57)$$

On: $G_{\text{vol,fluid}}$ és el cabal volumètric per m^2 de captador solar.

A_c és l'àrea de captació de cada col·lector solar, $2,59 \text{ m}^2$.

De la Figura 2.39, s'obté que la caiguda de pressió o pèrdua de càrrega en cada captador solar serà de 35 mm.c.a. (mil·límetres columna d'aigua).

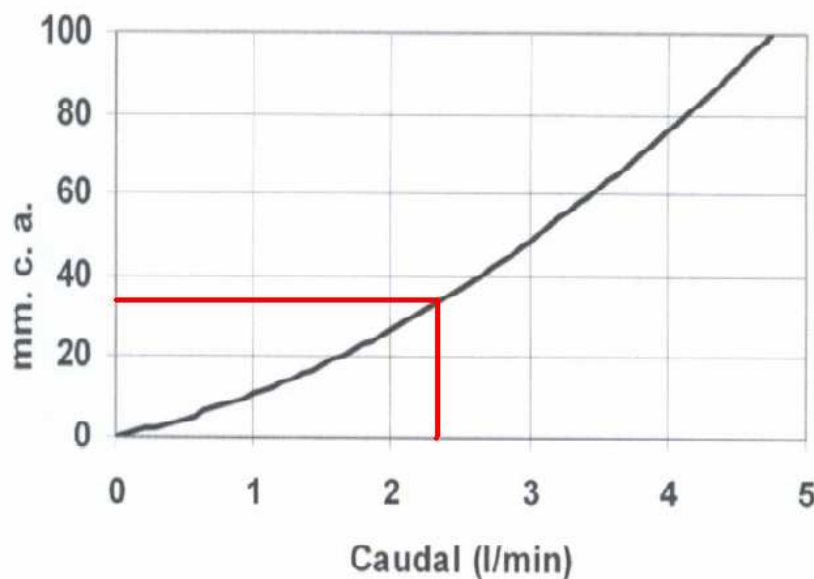


Fig. 2.39. Caiguda de pressió per un col·lector TAKAMA T-2 INOX en funció del cabal circulant.

2.1.18. DIMENSIONAMENT DE LES CANONADES

Per tal de determinar el diàmetre òptim de les canonades cal tenir en compte els problemes que poden derivar d'un excés de velocitat del fluid, com podrien ser sorolls o pèrdues de càrrega. Per aquests motius es recomana que el fluid circulant per la instal·lació no sobrepassi la velocitat de 2 m/s , i que la pèrdua de càrrega sigui inferior als 40 mm.ca. per metre lineal de canonada.

El material que escollit per les canonades és el coure, ja que presenta nombrosos avantatges com per exemple un baix coeficient de dilatació, facilitat a l'hora de



treballar, és econòmic i al mercat hi ha gran quantitat de figures i accessoris. Per contra, presenta alguns inconvenients com una transmissió tèrmica elevada que serà regulada amb un bon aïllament a les canonades, les unions són per soldadura utilitzant aliatges, presenta incompatibilitat amb altres canonades metàl·liques i pot originar problemes de corrosió galvànica.

Per calcular els diàmetres òptims de la instal·lació es suposa una velocitat del fluid del circuit primari per tal de realitzar una primera aproximació dels càlculs. S'estima 1 m/s per evitar una velocitat excessiva del fluid dins dels col·lectors, grans pèrdues de càrrega i una instal·lació que podria ser sorollosa.

A partir d'aquesta velocitat i del cabal del fluid del circuit primari, de l'apartat 2.1.6 es coneix que és $14 \cdot 10^{-3}$ L/s per m^2 de captador, o el que serà el mateix, 50 L/h per cada m^2 de captador, es pot calcular amb l'Equació 2.57 el diàmetre de la canonada. Sabent que hi ha un total de 7 col·lectors solars en la instal·lació, equivalents a una àrea total de captació de $18,13 m^2$, per tant $Q = 0,25 \cdot 10^{-3} m^3/s$.

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \quad (2.58)$$

On: D_i és el diàmetre interior de la canonada (m).

Q és el cabal circulat per la canonada (m^3/s).

v_{\max} és la velocitat màxima a la que circula el fluid (m/s).

En aquest cas, el diàmetre interior de la canonada té per valor 17,9 mm.

Un cop calculat el diàmetre necessari és busca el diàmetre interior normalitzat més proper al calculat, però sempre superior que aquest per tal d'evitar que la velocitat de circulació del fluid sigui superior a 1 m/s.

Els diàmetres comercials més utilitzats es poden veure a la Taula 2.51, segons el llibre "ASHRAE 2000 HVAC Systems and Equipment Handbook", A.A.V.V., 2000. Hi ha tres tipus de canonades de coure: K, L i M. Les de tipus K són les que suporten més pressió, i les M les que menys. Com que la instal·lació del present projecte treballa amb baixes pressions, únicament es tindran en compte les canonades de tipus M.



El diàmetre escollit serà el de 3/4" per als ramals de connexió dels captadors, i 1" pels baixants que van des de la teulada fins la sala de la caldera.

Taula 2.51. Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M.

Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)	Espessor paret (mm)
3/8	12,70	11,43	0,64
1/2	15,88	14,45	0,71
3/4	22,23	20,60	0,81
1	28,58	26,80	0,89
1-1/4	34,93	32,79	1,07
1-1/2	41,28	38,79	1,24
2	53,98	51,03	1,47

Escollit el diàmetre normalitzat segons el catàleg del fabricant, es recalcula la velocitat del fluid tenint en compte les dades de cabal i de diàmetre interior normalitzat a partir de l'Equació 2.59.

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \Rightarrow v_{\max} = \frac{4 \cdot Q}{D_n^2 \cdot \pi} \quad (2.59)$$

On: D_n és el diàmetre interior normalitzat de la canonada (m).

S'obté que la velocitat del fluid per a la canonada de 1" de diàmetre, serà de 0,44 m/s, i per a la canonada de 3/4" serà de 0,75 m/s, en els dos casos inferiors als 2 m/s.



2.1.19. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA

2.1.19.1. Introducció

Per realitzar els càlculs s'han tingut en compte les *pèrdues de càrrega contínues*, degudes al fregament del fluid amb les parets de la canonada, les *pèrdues de càrrega singulars*, degudes a la resistència que ofereixen els colzes, les vàlvules i tots els elements que existeixen a la instal·lació, i les *pèrdues de càrrega singulars degudes a altres elements*, com poden ser els col·lectors solars, serpentins, circuits de terra radiant, etc.

Les variables de disseny que s'utilitzaran en els càlculs d'aquest apartat es poden veure a la Taula 2.52.

Taula 2.52. Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues.

% en massa d'aigua	65
% en massa de propilenglicol	35
Densitat	1.009 kg/m ³
Temperatura de treball	60 °C
Viscositat dinàmica	1,15·10 ⁻³ Pa·s
ε (canonades de coure)	0,0015 mm
<i>m</i> per m² de col·lector	0,015 kg/s·m ²

Per determinar la pèrdua de càrrega del circuit primari es calcula la pèrdua de càrrega total de cada tram per comprovar tot seguit quin és el camí més desfavorable pel qual pot circular el fluid, que correspondrà al de majors pèrdues.

Els cabals màssics emprats es corresponen amb els calculats a l'apartat 2.1.6.

La Figura 2.40 mostra els diferents trams que conformen el circuit.

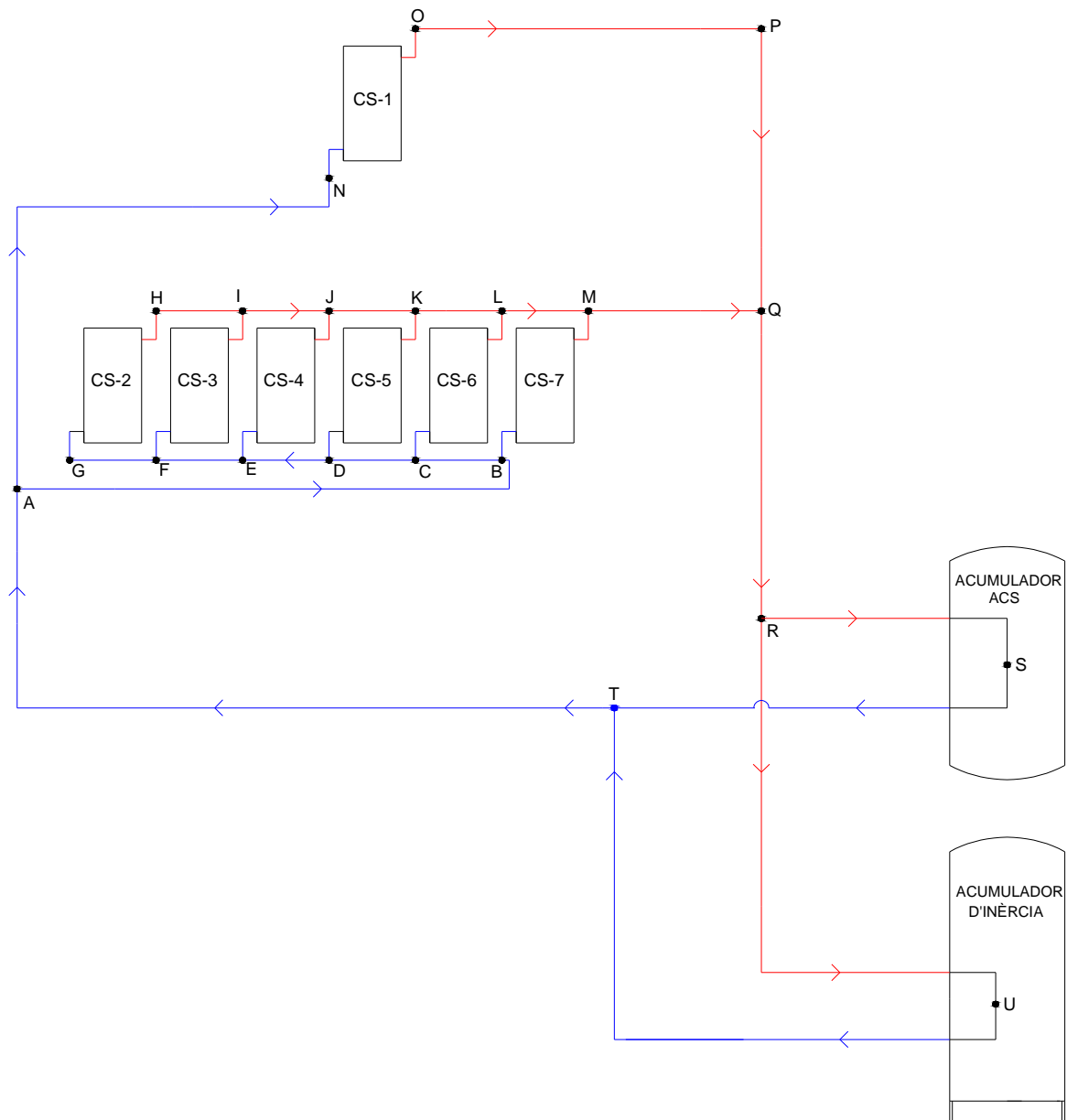


Fig. 2.40. Esquema del circuit amb designació dels trams.

2.1.19.2. Pèrdues de càrrega contínues

L'equació general de pèrdues de càrrega en canonades circulars conduccions amb flux permanent i uniforme, sigui conducció oberta o tancada, en funció del diàmetre de canonada, anomenada *equació de Darcy-Weisbach*, és la següent:



$$H_r = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (2.60)$$

- On: H_r és la pèrdua de càrrega, en m.c.a
 L és la longitud de la canonada, en m.
 g és l'acceleració de la gravetat, fixada en 9,8 m/s².
 f és el coeficient de fricció (adimensional).

En conducció és normal tenir el cabal, llavors l'Equació 2.60 pot prendre la forma:

$$H_r = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad (2.61)$$

- On: Q és el cabal volumètric, en m³/s.

Per calcular el coeficient de fricció, en primer lloc cal calcular el nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v} \quad (2.62)$$

- On: Re és el nombre de Reynolds.
 μ és la viscositat cinemàtica, en Pa.s.
 ρ és la densitat del líquid, en kg/m³.
 d és el diàmetre interior de la canonada, en m.
 v és la velocitat del fluid dins de la canonada, en m/s.

La velocitat del fluid es calcula amb aquesta fórmula:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2} \quad (2.63)$$

- On: \dot{m} és el cabal màssic circulant per la canonada, en kg/s.

Si $Re < 2000$, el règim és laminar, i f pren el valor de:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.64)$$

Si $Re \geq 2000$, el règim és turbulent. En aquest cas, f depèn de la rugositat de la canonada, ε .

$$\text{Si: } \varepsilon \leq \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{0,314}{0,7 - 1,65 \cdot \log_{10}(Re) + (\log_{10} Re)^2} \quad (2.65)$$



$$\text{Si: } \varepsilon > \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{1,325}{\ln^2 \left[\frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right]} \quad (2.66)$$

Els resultats del càlcul de pèrdues de càrrega contínues, a cada tram, es pot veure a la Taula 2.53.

Taula 2.53. Pèrdues de càrrega contínues per cada tram en el circuit primari.

Tram	\dot{m} (kg/s)	L (m)	d	D _{int} (mm)	v (m/s)	Re	f	H _r continues (mmca)
A-B	0,233	7,50	¾"	20,6	0,693	12522	0,029	260,04
B-C	0,194	1,05	¾"	20,6	0,577	10426	0,031	26,60
C-D	0,155	1,05	¾"	20,6	0,461	8330	0,033	18,06
D-E	0,116	1,05	¾"	20,6	0,345	6234	0,036	10,99
E-F	0,077	1,05	¾"	20,6	0,229	4138	0,040	5,48
F-G	0,039	1,05	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	1,76
B-M	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
C-L	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
D-K	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
E-J	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
F-I	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
G-H	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
H-I	0,039	1,05	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	1,76
I-J	0,077	1,05	¾"	20,6	0,229	4138	0,040	5,48
J-K	0,116	1,05	¾"	20,6	0,345	6234	0,036	11,00
K-L	0,155	1,05	¾"	20,6	0,461	8330	0,033	18,06
L-M	0,194	1,05	¾"	20,6	0,577	10426	0,031	26,60
M-Q	0,233	1,00	¾"	20,6	0,693	12522	0,029	34,79
A-N	0,039	4,00	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	6,69
N-O	0,039	0,15	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	0,25
O-P	0,039	1,00	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	1,67
P-Q	0,039	3,00	¾"	20,6	0,116	2096	0,050	5,02
Q-R	0,272	12,00	1"	26,8	0,478	11236	0,030	157,15
R-S-T	0,272	8,00	1"	26,8	0,478	11236	0,030	104,77
R-U-T	0,272	2,00	1"	26,8	0,478	11236	0,030	26,19
T-A	0,272	12,00	1"	26,8	0,478	11236	0,030	157,15



2.1.19.3. Pèrdues de càrrega singulars

Les pèrdues de càrrega singulars o locals es produeixen quan la corrent perd la seva uniformitat i es veu alterada a causa d'obstacles en les conduccions, així com vàlvules, eixamplaments, reduccions, colzes, canvis de direcció, derivacions, etc., que dissipen l'energia.

La determinació rigorosa de les pèrdues de càrrega singulars és complexa ja que depenen de la velocitat amb que passa el fluid per l'obstacle, la qual no és constant. En instal·lacions com la que es projecta, és molt útil la utilització del mètode de la longitud equivalent, que consisteix en substituir l'accessori per una longitud equivalent de tub, que origini per fregament la mateixa pèrdua.

Coneguda la longitud equivalent d'un accessori, es pot calcular la pèrdua de càrrega que origina ($H_{r \text{ singular}}$) aplicant l'Equació 2.60, substituint la longitud L de la canonada per la longitud equivalent L_E de la peça.

$$H_{r \text{ singular}} = f \cdot \frac{L_E}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.67)$$

En la Figura 2.41 de l's'expressa el valor de la longitud equivalent pels diferents accessoris.

Els resultats del càlcul de les pèrdues singulars, es pot veure a la Taula 2.54.

**Taula 2.54. Pèrdues de càrrega singulars per cada tram en el circuit primari.**

Tram	Singularitat	L_E [m]	Número singularitats	$H_{r \text{ sing.1}}$ [mmca]	TOTAL [mmca]
A-B	Vàlvula tall	1,75	1	60,36	135,56
	Derivació en T	0,42	1	14,49	
	Colze 90°	0,88	2	60,71	
M-Q	Vàlvula tall	2,30	1	79,34	86,58
	Vàlvula equilibrat	0,21	1	7,24	
A-N	Vàlvula tall	2,30	1	2,92	4,38
	Colze 90°	0,88	1	1,47	
O-P	Vàlvula tall	2,30	1	3,83	4,18
	Vàlvula equilibrat	0,21	1	0,35	
P-Q	Colze 90°	1,06	1	1,77	1,77
Q-R	Vàlvula antirretorn	1,85	1	24,14	170,55
	Colze 90°	1,06	2	27,66	
	Eixamp. diàmetre	0,70	1	9,13	
	Derivació en T	5,04	1	109,61	
R-S-T	Vàlvula equilibrat	0,26	2	6,79	181,90
	Vàlvula antirretorn	1,85	2	48,28	
	Vàlvula tall	2,30	2	60,03	
	Entrada/Sortida diposit	1,5	2	39,15	
	Colze 90°	1,06	2	27,66	
R-U-T	Vàlvula equilibrat	0,26	2	6,79	133,62
	Vàlvula tall	2,30	2	60,03	
	Entrada/Sortida dipòsit	1,5	2	39,18	
	Colze 90°	1,06	2	27,66	
T-A	Derivació T	5,04	1	65,77	195,35
	Reducció diàmetre	0,91	1	11,87	
	Vàlvula tall	2,30	3	90,04	
	Colze 90°	1,06	2	27,66	



2.1.19.4. Pèrdues de càrrega singulars d'altres elements

Aquestes pèrdues de càrrega es determinen tenint en compte la informació facilitada pels fabricants, o bé mitjançant càlculs particulars per a cada element. Les pèrdues singulars d'altres elements en aquesta instal·lació es refereixen a les que tenen lloc en els col·lectors solars i en els serpentins dels circuits.

La pèrdua de càrrega que es dona en un col·lector solar TAKAMA T2-INOX TRIDIMENSIONAL és de 35 mm.c.a. (veure Apartat 2.1.17). Aquest valor es tindrà en compte en els trams que contenen un col·lector solar entremig, com són: B-M, C-L, D-K, E-J, F-I, G-H i N-O.

La pèrdua de càrrega que té lloc en un serpentí de bescanvi no es tenen dades, però sí que es pot fer una aproximació si es coneix la superfície de bescanvi (S_b) i el diàmetre del tub del serpentí (d_{SP}), per trobar la longitud del serpentí (L_{SP}), d'aquesta manera es poden calcular les pèrdues en el serpentí com si es tractés d'un tram recte de canonada.

$$L_{SP} = \frac{S_b}{\pi \cdot d_{SP}} \quad (2.68)$$

On: L_{SP} és la longitud equivalent del serpentí de bescanvi, m.

S_b és la superfície de bescanvi del serpentí, m².

d_{SP} és el diàmetre del serpentí de bescanvi, en m.

A la Taula 2.55 es mostren els resultats del càlcul de les pèrdues de càrrega en els serpentins de bescanvi dels dipòsits.

Taula 2.55. Pèrdues de càrrega degudes als serpentins de bescanvi

Tram	\dot{m} (kg/s)	S_b (m ²)	d_{SP}	L_{SP} (m)	v (m/s)	Re	f	$H_{r \text{ sing.2}}$ (mmca)
Dipòsit ACS R-S-T	0,272	0,95	1"	11,28	0,478	11236	0,030	147,20
Dipòsit Inèrcia R-U-T	0,272	3	1"	35,63	0,478	11236	0,030	464,95



2.1.19.5. Pèrdues de càrrega totals

Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram, s'obté la Taula 2.56, on es mostren les pèrdues de càrrega totals, com a suma de les pèrdues contínues, pèrdues singulars i pèrdues en els col·lectors i en els serpentins de bescanvi.

Taula 2.56. Pèrdues de càrrega totals de cada tram en el circuit primari.

Tram	H_r contínues (mmca)	H_r singular 1 (mmca)	H_r singular 2 (mmca)	H_r TOTAL (mmca)
A-B	260,04	135,56	0	395,6
B-C	26,60	0	0	26,6
C-D	18,06	0	0	18,06
D-E	10,99	0	0	10,99
E-F	5,48	0	0	5,48
F-G	1,76	0	0	1,76
B-M	0,25	0	35	35,25
C-L	0,25	0	35	35,25
D-K	0,25	0	35	35,25
E-J	0,25	0	35	35,25
F-I	0,25	0	35	35,25
G-H	0,25	0	0	0,25
H-I	1,76	0	0	1,76
I-J	5,48	0	0	5,48
J-K	11,00	0	0	11
K-L	18,06	0	0	18,06
L-M	26,60	0	0	26,6
M-Q	34,79	86,58	0	121,37
A-N	10,04	4,38	0	14,42
N-O	0,25	0	35	35,25
O-P	1,67	4,18	0	5,85
P-Q	5,02	1,77	0	6,79
Q-R	157,15	170,55	0	327,70
R-S-T	104,77	181,90	147,20	433,87
R-U-T	26,19	133,62	464,95	624,76
T-A	157,15	195,35	0	352,5
TOTAL	2.600,40 mm.c.a.			



2.1.20. SELECCIÓ DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ

La funció que té la bomba de circulació, com diu la pròpia paraula, serà fer circular el fluid caloportador (aigua + propilenglicol) per tot el circuit primari, compensant les pèrdues de càrrega, és a dir, la resistència al moviment del fluid dels diferents accessoris que formen la instal·lació. En el sistema de circulació forçada el fluid s'aturarà quan deixi de funcionar la bomba.

Per tal de seleccionar la bomba de circulació del circuit primari cal conèixer quin és el camí més desfavorable, el que oferirà més resistència al pas del fluid caloportador, perquè la pèrdua de càrrega que tingui lloc en ell serà la que haurà de vèncer la bomba de circulació.

Observant el valors de pèrdues de càrrega obtinguts a l'apartat 2.1.19, s'arriba a la conclusió que el camí més desfavorable és quan s'utilitza la instal·lació en temporada d'hivern, és a dir, per escalfar aigua calenta sanitària i per calefacció, ja que passa pels 7 captadors i té el recorregut més llarg. En aquest cas, les pèrdues de càrrega prenen un valor d'aproximadament 2.600 mm.c.a. Es selecciona el grup hidràulic de la marca comercial ROCA model KHS10 per al circuit primari, ja que compleix amb el requisits de la instal·lació. Les seves característiques es descriuen a la Taula 2.57.

Taula 2.57. Característiques grup hidràulic Roca.

Grup hidràulic Roca	
Potència Màxima	65 W
Potència Mitja	45 W
Potència econòmica	30 W
Alçada màxima	4,8 m.c.a.
Cabal màxim	3,2 m ³ /h
Nombre de velocitats	3
Alimentació elèctrica	Monofàsic 230 V
Intensitat màxima	0,28 A
Temperatura màxima	100 °C



2.1.21. CÀLCUL DEL VAS D'EXPANSIÓ

El vas d'expansió, té la funció d'absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en un circuit tancat al variar la seva temperatura, degut al conegut fenomen de dilatació que experimenten els cossos en general, i els líquids en particular, mantenint uns límits de pressió preestablerts. S'instal·larà preferentment en l'aspiració de la bomba.

Caldrà determinar el volum mínim del vas d'expansió de la instal·lació, de tipus tancat. El seu disseny, segons ITE 02.8.4 del RITE, es realitzarà d'acord amb la UNE 100155:2004, que fa referència al disseny i càlcul dels sistemes d'expansió.

2.1.21.1. Mètode de càlcul

Primerament cal determinar el volum de fluid contingut a la instal·lació (V). Coneixent el volum en litres expansionats per 1 kg d'aigua a diferents temperatures, partint d'una temperatura d'emplenat de 4°C d'acord amb la UNE citada anteriorment pot utilitzar-se l'expressió següent per al càlcul del coeficient d'expansió de l'aigua:

$$C_e = (3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad (2.69)$$

On: C_e és el coeficient d'expansió de l'aigua a una certa temperatura.

T és la temperatura de l'aigua.

Els resultats es troben a la Taula 2.58.

Taula 2.58. Volum expansionat per 1 kg d'aigua segons la temperatura.

Temperatura (°C)	C_e
40	0,00656
50	0,0105
60	0,0151
70	0,0204
80	0,0262
90	0,0328

També es pot calcular C_e partint de qualsevol temperatura a partir de l'equació següent:

$$C_e = \beta \cdot (T_{\max} - T_{\min}) \quad (2.70)$$



On: T_{\max} és la temperatura màxima del sistema.

T_{\min} és la temperatura mínima del sistema.

β és el coeficient de dilatació volumètrica del fluid.

La capacitat mínima del vas d'expansió haurà de ser igual al volum V . L'expressió matemàtica que relaciona aquests paràmetres és la següent:

$$\Delta V = V \cdot C_e \quad (2.71)$$

El volum total de fluid de la instal·lació (V) serà la suma del contingut a les canonades i del contingut en altres elements del sistema, com dipòsits, col·lectors solars, etc.

El volum mig contingut per m lineal de canonada DIN 2440, es mostra a la Taula 2.59.

Taula 2.59. Volum contingut en m lineal de canonada.

Diàmetre	Contingut (L)
3/8"	0,13
1/2"	0,22
3/4"	0,38
1"	0,61
1 1/4 "	1,10
1 1/2 "	1,40
2 "	2,30
2 1/2"	3,80
3"	5,25
4"	8,90

2.1.21.2. Càlcul del vas d'expansió

Al circuit hidràulic del circuit primari hi circula el fluid caloportador, barreja d'aigua i anticongelant, del que es desconeix el coeficient de dilatació volumètrica.

Per calcular β (coeficient de dilatació) es parteix de l'Equació 2.69.

$$\beta = \frac{\Delta V}{\Delta T \cdot V_1} = \frac{V_2 - V_1}{(T_2 - T_1) \cdot V_1} = \frac{\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1}}{(T_2 - T_1) \cdot \frac{m}{\rho_1}} = \frac{\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}{(T_2 - T_1)} \quad (2.72)$$



- On: β és el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 ρ_1 és la densitat per una temperatura 1, en kg/m^3 .
 ρ_2 és la densitat per una temperatura 2, en kg/m^3 .
 T_1 és una certa temperatura 1, en $^{\circ}\text{C}$.
 T_2 és una certa temperatura 2, en $^{\circ}\text{C}$.

Prenent dos punts de referència, per exemple 20°C i 90°C , tenim que les seves corresponents densitats són $\rho = 1.036 \text{ kg/m}^3$ i $\rho = 995 \text{ kg/m}^3$, segons els gràfics de propietats de mescles propilenglicol-aigua (veure Apartat 2.1.5).

Substituint valors a l'Equació 2.69, el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol és de $\beta_{\text{propilenglicol}} = 5,90 \cdot 10^{-4}$.

El coeficient de dilatació volumètrica de l'aigua, β_{aigua} , s'ha obtingut de "*Calefacción. Cálculo y diseño de las instalaciones*", E. Carnicer, 2001, i el seu valor és $\beta_{\text{aigua}} = 2,10 \cdot 10^{-4} ^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Per calcular la variació de volum de la mescla aigua-propilenglicol, cal fer una mitjana ponderada tenint en compte el percentatge en volum de cadascun dels components:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V_a + \Delta V_p}{V} = \Delta T \cdot \left(\frac{\beta_a \cdot V_a}{V} + \frac{\beta_p \cdot V_p}{V} \right) = (T_{\max} - T_{\min}) (\beta_a \cdot f_a^{\text{VOL}} + \beta_p \cdot f_p^{\text{VOL}})$$

(2.73)

On: f_a^{VOL} fracció volumètrica d'aigua, i val 0,65 (Apartat 2.1.5).

f_p^{VOL} fracció volumètrica del propilenglicol, i val 0,35 (Apartat 2.1.5).

Per determinar T_{\max} i T_{\min} de la mescla anticongelant, sabent que la vàlvula de seguretat no actuarà fins que el fluid bulli, $102,8^{\circ}\text{C}$ (veure Apartat 2.1.5), s'establirà T_{\max} en aquest valor. T_{\min} , segons diferents referències tècniques, s'estableix en 4°C , temperatura a la qual l'aigua està en el seu volum mínim (per sota de 4°C la relació temperatura-increment de volum no és lineal i canvia de pendent).

Aleshores, substituint aquests valors a l'Equació 2.73 s'obté que $\frac{\Delta V}{V} = 0,0339$.



A continuació, caldrà determinar el volum total de fluid a la instal·lació. Aquest càlcul es detalla a la Taula 2.60, i es desglossa en el volum particular que contenen les canonades i el volum que contenen els col·lectors solars més el volum dels intercanviadors dels dipòsits d'ACS i d'inèrcia.

Taula 2.60. Volum total de fluid en el circuit primari.

Canonada de Cu	1"	40,0 m	12,2 L
Canonada de Cu	3/4"	28,3 m	17,26 L
Bescanviador d'ACS	6,4 L		
Bescanviador d'inèrcia	18,9 L		
Col·lectors solars	1,5 L x 7 col·lectors		10,5 L
TOTAL	65,3 L		

Per últim es calcula l'increment de volum del fluid caloportador, mitjançant l'Equació 2.74. Substituint els valors, el resultat és de ΔV de 2,21 litres.

$$\Delta V = V \cdot \frac{\Delta V}{V} \quad (2.74)$$

El volum mínim del vas d'expansió, segons el RITE, ha de ser el 6% del volum total de fluid del circuit. Per tant, si el volum del circuit primari és de 65,3 L, el volum del vas d'expansió serà de com a mínim 3,92 L.

$$V = V_{\text{TOTAL}} \cdot 0,06 \quad (2.75)$$

Per la instal·lació d'aquest projecte, a partir de diferents ofertes al mercat, s'escull un vas d'expansió de Salvador Escoda 5 AMR-E de 5 litres de capacitat, les seves característiques es poden veure a la carpeta "Catàlegs" del cd adjunt.



2.1.22. CÀLCUL DE L'AÏLLAMENT DE LES CANONADES

En aquest apartat es calcula l'espessor de l'aïllament adequat en els diferents trams de canonades que conformen la instal·lació. La funció principal d'aquest aïllament, serà evitar la pèrdua de calor, i per tant d'energia, a través del circuit abans d'arribar al seu destí. A més, també compleix funcions de seguretat evitant superfícies calentes de possible contacte.

Segons l'apèndix 3.1 del RITE, cal aïllar tèrmicament els components d'una instal·lació, i per tant les canonades, pels que circulin fluids a temperatures superiors a 40°C en que les canonades es trobin en locals no calefactats. Aquest reglament també indica els espessors mínims d'aïllament per materials aïllants amb una conductivitat tèrmica de referència de 0,04 W/m·°C a 20°C, segons temperatures màximes i diàmetres exteriors de la canonada, que es poden observar a la Taula 2.61.

Taula 2.61. Espessors mínims d'aïllament de referència per canonades interiors.

Fluid interior calent				
Diàmetre exterior ⁽¹⁾ mm	Temperatura del fluid ⁽²⁾ °C			
	40a65	66a100	101a150	151a200
D ≤ 35	20	20	30	40
35 < D ≤ 60	20	30	40	40
60 < D ≤ 90	30	30	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

⁽¹⁾ Diàmetre exterior de la canonada sense aïllar

⁽²⁾ S'escull la temperatura màxima en la xarxa

En aquesta instal·lació, s'escull com a material d'aïllament un elàstomer flexible, la fitxa tècnica del qual no informa sobre les característiques de conductivitat tèrmica a 20°C, i per tant l'espessor mínim s'obtindrà segons l'Equació 2.76.

$$\frac{\ln\left(\frac{d_i + 2e}{d_i}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{d_i + 2e_{ref}}{d_i}\right)}{\lambda_{ref}} \Rightarrow e = \frac{d_i}{2} \left[\exp\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{d_i + 2e_{ref}}{d_i}\right) - 1 \right] \quad (2.76)$$



- On: e és l'espessor mínim d'aïllament, en m.
- e_{ref} és l'espessor mínim d'aïllament de referència Taul 2.61, en m.
- d_i és el diàmetre interior de l'aïllament, igual al diàmetre exterior de la canonada, en m.
- λ és la conductivitat tèrmica a 20°C de l'aïllament, en W/m·°C.
- λ_{ref} és la conductivitat tèrmica de referència, en W/m·°C.

A l'apartat corresponent als catàlegs, es mostra la gamma de coquilles que ofereix aquest fabricant, la que encaixarà amb cada tipus de canonada.

L'aïllament que es col·locarà sobre les canonades d'aquesta instal·lació pertany a la marca Isocell, distribuït per Salvador Escoda, i amb una conductivitat tèrmica a 10°C de 0,036 W/m·°C i a 40°C de 0,039 W/m·°C. Per conèixer la conductivitat tèrmica a 20°C, és necessari fer la següent interpolació lineal:

$$\lambda_{20^\circ C} = \lambda_{10^\circ C} + (20 - 10) \cdot \frac{\lambda_{40^\circ C} - \lambda_{10^\circ C}}{40 - 10} = 0,037 \text{ W/m}^\circ \text{C} \quad (2.77)$$

Ara, coneguda la conductivitat tèrmica de l'aïllament a 20°C, es podrà determinar l'espessor mínim que caldrà col·locar segons el tram o part de la instal·lació, a partir de l'anterior Taula 2.61, i tenint en compte les indicacions del RITE, en que en canonades exteriors s'incrementa en 10 mm l'espessor d'aïllant pertinent, serà el que s'indica a la Taula 2.62.

Taula 2.62. Espessor mínim d'aïllament segons la zona.

Zona	Local	$d_{nominal}$	d_{ext} (mm)	e_{ref} (mm)	e_{min} (mm)
Circuit primari	Exterior	1"	28,58	30	27,82
	Exterior	3/4"	22,23	30	27,02
	Interior	1"	28,58	20	17,82
Circuit ACS	Interior	1"	28,58	20	17,82
Circuit calefacció	Interior	1"	28,58	20	17,82



En alguns casos no n'hi haurà proa amb col·locar una única coquilla d'aïllament, per tant a la Taula 2.63 es mostra els casos en que en calen dues, col·locades una sobre l'altra, per complir amb l'espessor mínim calculat.

Taula 2.63. Coquilles que s'instal·laran en cada tram de la instal·lació.

Zona	Local	d_{nominal}	e_{min} (mm)	$e_{\text{instal·lat}}$ (mm)	Tipus Aïllament
Circuit primari	Exterior	1"	27,82	28	1 (19x28)+1 (9x48)
	Exterior	3/4"	27,02	28	1 (19x25)+1(9x48)
	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)
Circuit ACS	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)
Circuit calefacció	Interior	1"	17,82	19	1 (19x28)

Les coquilles seleccionades per cada tram són tal que el gruix que en resulti de la seva superposició sigui igual a e_{min} tenint en compte, també, que el seu el diàmetre interior es correspongui amb el diàmetre exterior de la canonada, i que en cas que es superposin coquilles, el diàmetre interior de les coquilles superiors ha d'abastar les coquilles inferiors.

2.1.23. DIMENSIONAMENT DE LA CANONADA DE BUIDAT

En les instal·lacions, els circuits, especialment els tancats, cal dissenyar-los de manera que quan calgui es puguin buidar parcial o totalment. La ITE 2.8.3 estableix un diàmetre mínim de canonada de buidat de 15 mm, i que serà major en funció de la potència dels generadors de calor, com podem veure a la Taula 2.64.

En aquesta instal·lació, la potència màxima del circuit no serà superior a 50 kW, i per tant el diàmetre suficient de la canonada de buidat serà de 15 mm.



Taula 2.64. Diàmetres mínims de la canonada de buidat en funció de la potència màxima del circuit.

Potència màxima del circuit (kW)	Diàmetre mínim (mm)
$P < 50$	15
$50 < P < 150$	20
$150 < P < 500$	25
$500 < P$	32

2.1.24. CÀLCUL DE L'ESTALVI D'EMISSIONS DE CO₂

La instal·lació dissenyada en aquest projecte, d'un sistema solar per ACS i calefacció en una casa unifamiliar a Lleida, a més d'un estalvi energètic i econòmic, produirà una gran reducció d'emissions de CO₂ a l'entorn.

L'energia produïda durant un any per la instal·lació solar tèrmica, i per tant estalviada, es mostra com a resum dels càlculs d'apartats anteriors, en la Taula 2.65.

Taula 2.65. Energia produïda per la instal·lació solar durant l'any (MJ/mes).

Mes	Ge	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	Nv	Ds
Q_{CAL}	2.921	5.974	6.441	5.633	0	0	0	0	0	3.581	2.775	1.418
Q_{ACS}	416	712	784	754	763	723	732	748	738	679	391	227
Q_{TOTAL,ANUAL}=36.410 MJ/any												

A la Taula 2.66, es presenta el càlcul dels kg de CO₂ que es deixaran d'emetre.

La combustió de productes fòssils com gas natural, gas-oil, o similars contribueix a augmentar les emissions de CO₂.

La Unió Europea es va comprometre a la cimera de Kyoto (1997) a reduir les seves emissions d'efecte hivernacle l'any 2012 fins a una xifra un 8% inferior a la de 1990, amb l'anomenat Protocol de Kyoto que és, avui dia, el compromís internacional més seriós per intentar lluitar contra el canvi climàtic antropogènic.



Per aconseguir-ho, i segons l'establert al protocol, la Unió Europea es considera tota com una unitat, però en ella, els percentatges que cada estat haurà de variar de les seves emissions l'any 2012 respecte a les de 1990 són variables.

Taula 2.66. Equivalències d'estalvi d'emissions de CO₂ en la present instal·lació solar per ACS i calefacció.

Estalvi energètic anual	36.410 MJ/any	
Combustible	Factor d'emissió de CO ₂	CO ₂ evitat anualment
Gas Natural	55.5 kg/GJ	2.003 kg
Àrea de col·lectors: 18,13 m ² ; V acumulació: 200L+ 1.000L Orientació: 0° Sud; Inclinação: 24°		
Estalvi emissions de CO ₂ en 20 anys	40.060 kg	
Equivalència Reducció CO ₂ -en milions de km equivalents de cotxes (CO ₂ evitat en 20 anys)	0,33 Milions de km	
Equivalència amb arbres (CO ₂ evitat en 20 anys)	729 arbres	
Equivalència amb hectàrees de boscos (CO ₂ evitat en 20 anys)	0,16 hectàrees	

*:Les dades per realitzar les equivalències provenen de EMEP/CORINAIR "Atmospheric Emission Inventory Guidebook" i Comisión Europea Objetivo 2005.

2.1.25. ESTUDI VIABILITAT ECONÒMICA. PERÍODE DE RETORN DEL CAPITAL INVERTIT

El període de retorn del capital invertit és el temps que transcorre des de la realització de la inversió fins que l'estalvi produït l'amortitza. Aquest concepte permet determinar si la instal·lació projectada produeix algun estalvi en relació als costos que suposa la seva inversió i explotació.



Abans de realitzar l'estudi de viabilitat cal definir la inversió real que es té en compte. En el present projecte es tindrà en compte l'import pressupostat general de la partida 1: energia solar, a més de les partides 2 i 3, corresponents als equips de ACS i calefacció.

Per a l'estudi es considera un cost de manteniment anual del 1,5% del valor material de la instal·lació, i que va creixent amb els anys amb la mateixa proporció que ho fa el cost de vida, definit per l'índex d'inflació. Aquest es considera d'un 2%.

Per poder avaluar correctament i comparar les quantitats que intervenen en l'estudi s'ha de tenir en compte que els costos variaran. Per això es pren com a referència el valor del diner en el moment d'efectuar la inversió, traduint totes les quantitats al llarg dels diferents anys al seu valor equivalent corresponent.

El benefici net que proporciona la instal·lació en unitats monetàries donat per l'Equació 2.78.

$$B = A \sum_1^t \left(\frac{1+c}{1+e_d} \right)^t - M \sum_1^t \left(\frac{1+i}{1+e_d} \right)^t - C \quad (2.78)$$

- On:
- B benefici net (euros).
 - A estalvi anual en el cost del combustible (euros).
 - M cost del manteniment durant el primer any (euros).
 - C és el cost de la inversió (euros).
 - e_d és l'interès del diner (4%).
 - i és el valor de la inflació anual (2%).
 - c és l'increment dels preus dels combustibles cada any.
 - t són el nombre d'anys.

L'estalvi anual vindrà donat per l'Equació 2.79.

$$A = A_{ACS} + A_{calefacció} \quad (2.79)$$

On:

- A_{ACS} és l'estalvi en gas natural destinat a l'ACS.
- $A_{calefacció}$ és l'estalvi en gas natural destinat a calefacció.



Segons els càlculs de l'apartat 2.1.11 la instal·lació solar aporta el 82,44% de la necessitat d'ACS calculada a partir de les dades d'ocupació, temperatures, etc, facilitades pel propietari de la vivenda.

Per aigua calenta sanitària, es considerarà en primer lloc la demanda energètica mensual i en segon lloc l'energia mensual proporcionada per la instal·lació solar. L'estalvi mensual, $A_{ACS, mensual}$, serà Q_{ACS} quan l'energia solar aportada sigui menor que la demandada, L_{ACS} , i L_{ACS} quan la fracció d'energia aportada per la instal·lació sigui major que la demandada, cosa que ja s'ha tingut en compte en l'apartat 2.1.11, en el càlcul de la fracció d'energia aportada per la instal·lació.

$$A_{ACS} = \begin{cases} L_{ACS} & \text{si } L_{ACS} < Q_{ACS} \\ Q_{ACS} & \text{si } L_{ACS} > Q_{ACS} \end{cases}$$

L'estalvi en gas per calefacció també s'obté del càlcul de Q_{CAL} , energia subministrada per la instal·lació solar, i per tant estalviada, de l'apartat 2.1.10 de l'annex, a partir del *mètode de les corbes-f*.

Els resultats de l'energia produïda anualment per la instal·lació solar per ACS i per calefacció es desenvolupen a la Taula 2.67.

Taula 2.67. Energia produïda per la instal·lació solar durant l'any (MJ/mes).

Mes	Ge	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	Nv	Ds
Q_{CAL}	2.921	5.974	6.441	5.633	0	0	0	0	0	3.581	2.775	1.418
Q_{ACS}	416	712	784	754	763	723	732	748	738	679	391	227
Q_{TOTAL,CAL,ANUAL}=28.743 MJ/any=7.984 kWh Q_{TOTAL,ACS,ANUAL}=7.667 MJ/any=2.130 kWh												
Q_{TOTAL,ANUAL}=36.410 MJ/any =10.113 kWh												

L'estalvi anual en energia gràcies a la instal·lació solar serà de 36.410 MJ/any, equivalents a 10.113 kWh. Tant l'equació per obtenir A com el valor dels paràmetres, és d'igual procediment al seguit a l'apartat 2.1.10, estudi econòmic per optimitzar el nombre de captadors.

$$A = 1,16 \cdot \left[(p_{fix} \cdot 12) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot Q_{TOTAL,ANUAL} \right] \quad (2.80)$$



On: $Q_{\text{TOTAL,ANUAL}}$ és l'energia anual estalviada, de la Taula 2.67.

p_{fix} és el terme fix mensual del preu de l'energia.

p_e és el preu de l'energia.

η_e és el rendiment de la caldera.

L'1,16 representa l'IVA (impost sobre el valor afegit).

Fent el càlcul corresponent, s'obté que l'estalvi total el primer any és de $A=694$ €.

Els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del període de retorn es poden veure a la Taula 2.68.

Taula 2.68. Paràmetres de càlcul del període de retorn.

Paràmetre	Valor considerat
C sense subvenció	12.441,15 €
C amb subvenció	6.994,17 €
M	1,5% de C
A	694 €
e_d	0,04
i	0,02
c	0,02; 0,04 i 0,06

Els càlculs es realitzaran de dos maneres: tenint en compte els ajuts i sense considerar-los. També es calcularà el payback, o període de retorn, per a tres diferents increments anuals del preu dels combustibles. D'aquesta manera s'obtenen 6 períodes de retorn possibles, que corresponen a diferents graus de previsió de l'escenari econòmic.

Durant els anys en que el benefici és negatiu, l'estalvi que produeix la instal·lació solar no compensa la inversió. El valor de t pel qual el benefici net és zero correspon al temps de retorn de la inversió, i des d'aquest any fins al final de la vida útil de la instal·lació, l'estalvi produït es converteix en benefici.

El principal factor que permet la rendibilitat d'una instal·lació solar és la durabilitat i eficàcia durant molts anys. Es considera una vida útil de la instal·lació, t , de 20 anys.



Tenint en compte totes les possibilitats que ja s'han comentat, a la Taula 2.69 es mostren els resultats del benefici en el transcurs dels 20 anys de vida útil considerada.

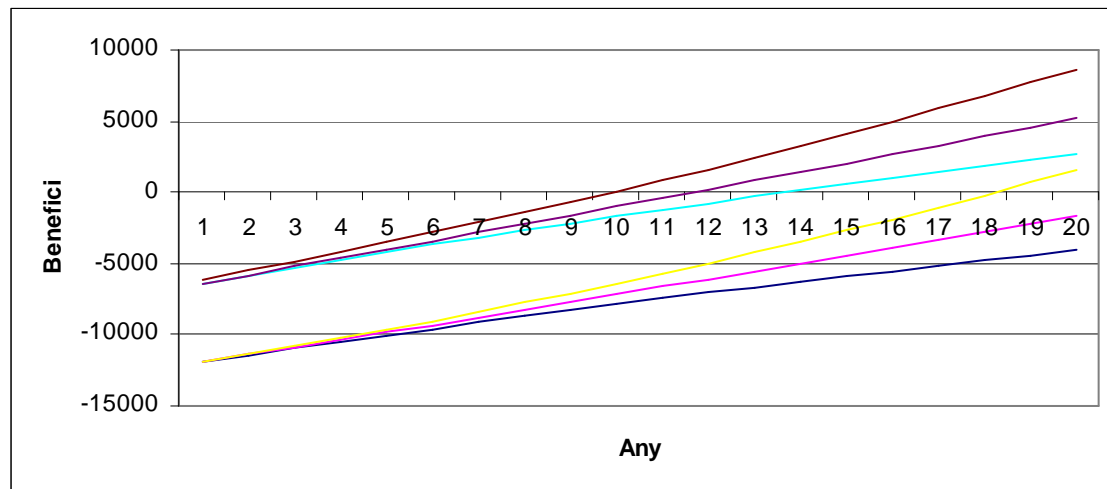
Taula 2.69. Resultats del període de retorn de la instal·lació, per cada cas.

BENEFICI NET						
Subvenció	NO	NO	NO	SI	SI	SI
Increment	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Any						
1	-11.943,38	-11.930,03	-11.916,68	-6.416,24	-6.403,06	-6.089,72
2	-11.455,32	-11.415,54	-11.375,25	-5.849,59	-5.809,98	-5.469,68
3	-10.976,66	-10.897,60	-10.816,49	-5.293,83	-5.214,95	-4.833,84
4	-10.507,19	-10.376,28	-10.240,22	-4.748,77	-4.618,02	-4.181,97
5	-10.046,76	-9.851,63	-9.646,23	-4.214,18	-4.019,22	-3.513,82
6	-9.595,18	-9.323,72	-9.034,30	-3.689,88	-3.418,59	-2.829,17
7	-9.152,29	-8.792,63	-8.404,21	-3.175,66	-2.816,17	-2.127,76
8	-8.717,91	-8.258,39	-7.755,74	-2.671,33	-2.211,99	-1.409,33
9	-8.291,88	-7.721,09	-7.088,65	-2.176,70	-1.606,08	-673,64
10	-7.874,05	-7.180,77	-6.402,71	-1.691,58	-998,47	79,59
11	-7.464,25	-6.637,5	-5.697,67	-1.215,78	-389,20	850,63
12	-7.062,34	-6.091,33	-4.973,27	-749,14	221,69	1.639,75
13	-6.668,15	-5.542,32	-4.229,26	-291,47	834,19	2.447,25
14	-6.281,54	-4.990,52	-3.465,36	157,39	1.448,25	3.273,41
15	-5.902,37	-4.435,98	-2.681,30	597,63	2.063,85	4.118,53
16	-5.530,49	-3.878,76	-1.876,80	1.029,4	2.680,96	4.982,92
17	-5.165,76	-3.318,91	-1.051,57	1.452,86	3.299,54	5.866,89
18	-4.808,05	-2.756,48	-205,31	1.868,18	3.919,58	6.770,76
19	-4.457,22	-2.191,52	662,30	2.275,52	4.541,04	7.694,85
20	-4.113,13	-1.624,08	1.551,54	2.675,02	5.163,89	8.639,51

Els resultats també es mostren gràficament a la Fig. 2.41.



Verónica Alaminos Fernández



— Sense subvenció, Increment del 2% — Amb subvenció, Increment del 2%
 — Sense Subvenció, Increment del 4% — Amb Subvenció, Increment del 4%
 — Sense subvenció, Increment del 6% — Amb subvenció, Increment del 6%

Fig. 2.41. Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació, per cada cas.



2.2. CATÀLEGS

Els catàlegs dels diferents elements que constitueixen la instal·lació solar es troben en el cd adjunt dins de la carpeta nomenada “Catàlegs”. A continuació es mostra un llistat amb el nom de tots els catàlegs inclosos:

- ↻ Captador solar TAKAMA T2-INOX
- ↻ Grup hidràulic / Bomba de circulació del circuit primari ROCA
- ↻ Centraleta de regulació solar RESOL
- ↻ Electrovàlvules de 3 vies SALVADOR ESCODA
- ↻ Vàlvules d'equilibrat SALVADOR ESCODA
- ↻ Vas d'expansió SALVADOR ESCODA
- ↻ Sensor de radiació solar RESOL
- ↻ Sonda de temperatura del circuit primari RESOL
- ↻ Sonde de temperatura dels dipòsits RESOL
- ↻ Purgadors ROCA
- ↻ Dipòsit d'inèrcia IMMOSOLAR
- ↻ Dipòsit d'ACS SONENKRAFT
- ↻ Canonades de coure INDUSTRIAS NACOBRE
- ↻ Manòmetre SALVADOR ESCODA
- ↻ Vàlvula de bola ROCA
- ↻ Vàlvula antiretorn ROCA
- ↻ Vàlvula de seguretat ROCA
- ↻ Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS
- ↻ Dissipador de calor SALVADOR ESCODA
- ↻ Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA
- ↻ Aïllament de canonades ISOCELL
- ↻ Abraçadora AKO electrònica
- ↻ Unió T amb reducció NIBCO
- ↻ Unió T NIBCO
- ↻ Colze 90° NIBCO
- ↻ Cinta adhesiva DENSO PE 100



2.3. TAULES I DIAGRAMES. INFORMACIÓ UTILITZADA

Conjunt de les taules i diagrames procedents de la bibliografia o normativa consultada utilitzats per realitzar els càlculs de diversos apartats d'aquest annex del projecte, i les seves referències bibliogràfiques.

2.3.1. INFORMACIÓ DE LA CIUTAT DE LLEIDA

- A la Taula 2.70. es poden consultar paràmetres de la ciutat de Lleida, taula extreta de “Energia solar tèrmica, manual tècnic”, Salvador Escoda, 2005.

Taula 2.70. Altitud, Latitud i Temperatura mínima històrica registrada.

Província	Altitud (m) (de la capital)	Latitud (m) (de la capital)	Temp. mínima històrica (°C)
ÁLAVA	542	42,9	-18
ALBACETE	686	39,0	-23
ALICANTE	7	38,4	-5
ALMERÍA	65	36,9	-1
ASTURIAS	232	43,4	-11
ÁVILA	1.126	40,7	-21
BADAJOS	186	38,9	-6
BALEARES	28	39,6	-4
BARCELONA	95	41,4	-20
BURGOS	929	42,3	-18
CÁCERES	459	39,5	-6
CÁDIZ	28	36,5	-2
CANTABRIA	69	43,5	-4
CASTELLÓN	27	40,0	-8
CEUTA	206	35,9	-1
CIUDAD REAL	628	39,0	-10
CÓRDOBA	128	37,9	-6
LA CORUÑA	54	43,4	-9
CUENCA	949	40,1	-21
GERONA	95	42,0	-11
GRANADA	775	37,2	-13
GUADALAJARA	685	40,6	-14
GUIPÚZCOA	181	43,3	-12
HUELVA	4	37,3	-6
HUESCA	488	42,1	-14
JAÉN	586	37,8	-8
LEÓN	908	42,6	-18
LÉRIDA	323	41,7	-11
LUGO	465	43,0	-8
MADRID	667	40,4	-16
MÁLAGA	40	36,7	-4
MELILLA	47	35,3	-1
MURCIA	42	38,0	-5
NAVARRA	449	42,8	-16
ORENSE	139	42,3	-8
PALENCIA	734	42,0	-14
LAS PALMAS	6	28,2	+6
PONTEVEDRA	19	42,4	-4
LA RIOJA	380	42,5	-12
SALAMANCA	803	41,0	-16
STA. C. TENERIFE	37	28,5	+3
SEGOVIA	1.002	41,0	-17
SEVILLA	30	37,4	-6
SORIA	1.063	41,8	-16
TARRAGONA	60	41,1	-7
TERUEL	915	40,4	-14
TOLEDO	540	39,9	-9
VALENCIA	10	39,5	-8
VALLADOLID	694	41,7	-16
VIZCAYA	32	43,3	-8
ZAMORA	649	41,5	-14
ZARAGOZA	200	41,7	-11



2.3.2. INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE CàRREGUES TÈRMiques

- La Taula 2.71 mostra els cabals aconsellats per a les renovacions d'aire segons “Sistemes de fred i climatització”, L. Cabeza, M. Medrano, 2005.

Taula 2.71. Cabals aconsellats per a la renovació de l'aire.

Tipo de local	Requerimiento de aire de ventilación en dm ³ /s			
	Por persona		Por m ² de superficie	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
1. Locales de viviendas				
1.1. Locales vivideros	2,5	4,0	0,40	—
1.2. Aseos y cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
1.3. Cocinas (1) (2)	—	—	0,80	1,5
2. Locales comerciales				
2.1. Tiendas. Locales de venta en general	3,5	6,0	—	—
2.2. Restaurantes, bares, cafeterías y similares:				
— Comedores	5,0	8,0	—	—
— Cafetería, bares, etc.	10	15	—	—
— Cocinas (1) (2)	15	—	3,5	—
2.3. Hoteles, residencias, moteles, etc.	3,5	6,0	—	—
— Dormitorios	—	—	—	—
— Cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
— Salones sociales	7,0	10	—	—
— Vestíbulo de entrada	4,0	7,0	—	—
2.4. Peluquerías, barberías, gimnasios, etc.:				
— Peluquería de señoras	10	14	2,0	—
— Peluquería de caballeros	3,5	6	—	—
2.5. Teatros, cines, salas de conciertos, salones de actos, etc.:				
— Salas (no fumadores)	2,5	4,0	1,2	—
— Salas (fumadores)	5,0	8,0	2,5	—
2.6. Salas de fiesta, bingo, casinos, etc.	7,0	10	—	—
2.7. Locales para el deporte:				
— Zona de deporte (3)	10	14	—	—
— Zona de espectadores	6	10	—	—
2.8. Vestuarios (4)	15	22	2,5	5
2.9. Oficinas:				
— Espacios generales	7	10	0,50	—
— Salas de reunión	12	18	2,50	—
— Salas de espera	5	8	—	—
— Salas de descanso	7	10	—	—
— Salas de computadoras	2,5	4	—	—
— Salas de reproducción y perforación	3,5	5	—	—
3. Locales institucionales				
3.1. Escuelas:				
— Aulas, laboratorios y talleres	5	7	—	—
— Aulas magnas, salas de conferencias, etc.	2,5	3,5	1,25	—
— Bibliotecas	3,5	5	—	—
— Comedores	5	8	—	—
— Dormitorios	3,5	7	—	—
3.2. Hospitales:				
— Habitaciones y salas comunes	5	8	—	—
— Quirófanos (5)	10	—	—	—
— Locales auxiliares en quirófanos	8	—	—	—
— Unidades de vigilancia intensiva	15	—	—	—
— Areas de fisioterapia	7	12	—	—
— Autopsia	15	20	—	—
— Oficinas	16	20	—	—
— Entradas, pasillos, etc.	10	15	—	—
3.3. Museos y salas de exhibición	3,5	7	—	—



2.3.3. INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA NECESSÀRIA DE CALEFACCIÓ I ACS

La Taula 2.72 és una taula de temperatura ambient mitjana mensual ($^{\circ}\text{C}$), temperatura de l'aigua de la xarxa en mitjana mensual ($^{\circ}\text{C}$) i graus-dia en base 15°C per 49 ciutats espanyoles d'on n'extraiem la informació necessària per la ciutat de Lleida, segons "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005.

Taula 2.72. Temperatura ambient, graus dia i temperatura de xarxa mensuals.

León ($\phi = 42.58$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_a	2.8	4.2	7.6	9.9	12.5	17.2	19.7	19.5	16.6	11.8	7.0	3.6
DD	403.0	333.2	29.76	20.40	80.6	0	0	0	0	16.43	29.10	36.89
T_{XARXA}	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4
Lleida ($\phi = 41.62$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_a	4.9	7.2	11.4	14.6	18.3	21.9	24.8	24.6	21.6	15.5	9.5	5.7
DD	300.3	204.4	156.8	74.5	14.3	0.2	0	0	2.0	41.0	174.2	302.4
T_{XARXA}	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Logroño ($\phi = 42.45$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_a	5.1	6.5	9.7	11.9	14.9	19.1	21.8	21.5	19.0	13.8	8.9	6.1
DD	288.1	230.3	203.5	143.3	50.7	8.2	0	0.3	14.3	93.1	190.0	284.6
T_{XARXA}	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6

2.3.4. INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE L'ENERGIA SOLAR INCIDENT

A la Taula 2.73. es poden consultar dades de latituds, mitjanes mensuals de Radiació diària sobre una superfície horitzontal ($\text{kJ/m}^2\text{-dia}$), sobre una superfície horitzontal i índex de nuvolositat per 49 localitats espanyoles d'on extraiem la informació necessària per la ciutat de Lleida, segons "Producció de l'energia tèrmica", L. Cabeza, 2005.

2.3.5. INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR

La Taula 2.74. proporciona les dades de temperatura ambient mitja durant les hores de sol, procedent de "Energia solar tèrmica, manual tècnic", Salvador Escoda, 2005.



**Taula 2.73. Radiació diària sobre superfície horitzontal i índex nublilitat
mensuals.**

Oesca ($\phi=42,15$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\bar{H} (kJ/m ² -dia)	6434	11472	14994	17614	20608	22330	23894	20734	15420	11370	6772	4966
\bar{K}_T	0,47	0,59	0,57	0,52	0,53	0,54	0,59	0,57	0,52	0,52	0,44	0,41
Jaén ($\phi=37,77$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\bar{H} (kJ/m ² -dia)	62070	9906	14671	18057	20189	24411	26835	24285	19646	11620	7774	6311
\bar{K}_T	0,38	0,45	0,52	0,51	0,51	0,51	0,66	0,65	0,63	0,48	0,43	0,42
Lleó ($\phi=42,58$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\bar{H} (kJ/m ² -dia)	5600	10726	13652	17314	19144	23574	24820	21668	15406	10630	6972	4216
\bar{K}_T	0,42	0,56	0,52	0,51	0,49	0,57	0,61	0,60	0,53	0,49	0,44	0,35
Lleida ($\phi=41,62$)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\bar{H} (kJ/m ² -dia)	6078	12168	15592	19226	21954	24262	24638	21340	16740	11980	6302	4006
\bar{K}_T	0,44	0,62	0,58	0,56	0,53	0,58	0,61	0,59	0,57	0,54	0,40	0,32

Taula 2.74. Temperatura ambient mitja, en hores de sol.

ANEXO IV: TABLAS DE TEMPERATURAS Y RADIACIONES

Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C

	Provincia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4	ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6	ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11	CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12	CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14	CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	16	10	18,0
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17	CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23	GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26	JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28	LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14



2.3.6. INFORMACIÓ UTILITZADA EN LA SELECCIÓ DEL FLUID CALOPORTADOR

Els valors d'algunes de les propietats del Propilenglicol extretes de "A.A.V.V., *ASHRAE 2000 HVAC Fundamentals Handbook*.", es mostren en les Taules 2.75 – 2.80.

Nota: Prendrem valors a una temperatura de 60°C.

Taula 2.75. Propietats propilenglicol.

Property	Ethylene Glycol	Propylene Glycol
Relative molecular mass	62.07	76.10
Density at 20°C, kg/m ³	1113	1096
Boiling point, °C		
at 101.3 kPa	198	187
at 6.67 kPa	123	116
at 1.33 kPa	89	85
Vapour pressure at 20°C, Pa	0.7	9.3
Freezing point, °C	-12.7	See diagram below -31 °C
Viscosity, mPa·s		
at 0°C	57.4	26
at 20°C	20.9	10.5
at 40°C	9.5	1.80
Refractive index n _D at 20°C	1.4319	1.4329
Specific heat at 20°C, kJ/kg·K	2.347	2.411
Heat of fusion at -12.7°C, kJ/kg	187	—
Heat of vaporization at 101.3 kPa, kJ/kg	845	688
Heat of combustion at 20°C, MJ/kg	19.145	21.569

Percent Propylene Glycol		Freezing Point, °C	Boiling Point, °C at 100.7 kPa
By Mass	By Volume		
0.0	0.0	0.0	100.0
5.0	4.8	-1.6	100.0
10.0	9.6	-3.3	100.0
15.0	14.5	-5.1	100.0
20.0	19.4	-7.1	100.6
21.0	20.4	-7.6	100.6
22.0	21.4	-8.0	100.6
23.0	22.4	-8.6	100.6
24.0	23.4	-9.1	100.6
25.0	24.4	-9.6	101.1
26.0	25.3	-10.2	101.1
27.0	26.4	-10.8	101.1
28.0	27.4	-11.4	101.7
29.0	28.4	-12.0	101.7
30.0	29.4	-12.7	102.2
31.0	30.4	-13.4	102.2
32.0	31.4	-14.1	102.2
33.0	32.4	-14.8	102.2
34.0	33.5	-15.6	102.2
35.0	34.4	-16.4	102.8
36.0	35.5	-17.3	102.8
37.0	36.5	-18.2	102.8
38.0	37.5	-19.1	103.3
39.0	38.5	-20.1	103.3
40.0	39.6	-21.1	103.9
41.0	40.6	-22.1	103.9
42.0	41.6	-23.2	103.9
43.0	42.6	-24.3	103.9
44.0	43.7	-25.5	103.9
45.0	44.7	-26.7	104.4
46.0	45.7	-27.9	104.4
47.0	46.8	-29.3	104.4
48.0	47.8	-30.6	105.0
49.0	48.9	-32.1	105.0
50.0	49.9	-33.5	105.6
51.0	50.9	-35.0	105.6
52.0	51.9	-36.6	105.6
53.0	53.0	-38.2	106.1
54.0	54.0	-39.8	106.1
55.0	55.0	-41.6	106.1
56.0	56.0	-43.3	106.1
57.0	57.0	-45.2	106.7
58.0	58.0	-47.1	106.7
59.0	59.0	-49.0	106.7
60.0	60.0	-51.1	107.2
65.0	65.0	a	108.3
70.0	70.0	a	110.0
75.0	75.0	a	113.9

Taula 2.76. Percentatge en massa i volum de la mescla propilenglicol-aigua i temperatures de fusió i ebullició.



Verónica Alaminos Fernández

**Taula 2.77. Densitat d'una solució aquosa de propilenglicol.**

Temperature, °C	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
-35						1072.92	1079.67	1094.50	1092.46
-30						1071.31	1077.82	1090.85	1088.82
-25					1062.11	1069.58	1075.84	1087.18	1085.15
-20					1060.49	1067.72	1073.74	1083.49	1081.46
-15				1050.43	1058.73	1065.73	1071.51	1079.77	1077.74
-10			1039.42	1048.79	1056.85	1063.61	1069.16	1076.04	1074.00
-5		1027.24	1037.89	1047.02	1054.84	1061.37	1066.69	1072.27	1070.24
0	1013.85	1025.84	1036.24	1045.12	1052.71	1059.00	1064.09	1068.49	1066.46
5	1012.61	1024.32	1034.46	1043.09	1050.44	1056.50	1061.36	1064.68	1062.65
10	1011.24	1022.68	1032.55	1040.94	1048.04	1053.88	1058.51	1060.85	1058.82
15	1009.75	1020.91	1030.51	1038.65	1045.52	1051.13	1055.54	1057.00	1054.96
20	1008.13	1019.01	1028.35	1036.24	1042.87	1048.25	1052.44	1053.12	1051.09
25	1006.40	1016.99	1026.06	1033.70	1040.09	1045.24	1049.22	1049.22	1047.19
30	1004.54	1014.84	1023.64	1031.03	1037.18	1042.11	1045.87	1045.30	1043.26
35	1002.56	1012.56	1021.09	1028.23	1034.15	1038.85	1042.40	1041.35	1039.32
40	1000.46	1010.16	1018.42	1025.30	1030.98	1035.47	1038.81	1037.38	1035.35
45	998.23	1007.64	1015.62	1022.24	1027.69	1031.95	1035.09	1033.39	1031.35
50	995.88	1004.99	1012.69	1019.06	1024.27	1028.32	1031.25	1029.37	1027.34
55	993.41	1002.21	1009.63	1015.75	1020.72	1024.55	1027.28	1025.33	1023.30
60	990.82	999.31	1006.44	1012.30	1017.04	1020.66	1023.19	1021.27	1019.24
65	988.11	996.28	1003.13	1008.73	1013.23	1016.63	1018.97	1017.19	1015.15
70	985.27	993.12	999.69	1005.03	1009.30	1012.49	1014.63	1013.08	1011.04
75	982.31	989.85	996.12	1001.21	1005.24	1008.21	1010.16	1008.95	1006.91
80	979.23	986.44	992.42	997.25	1001.05	1003.81	1005.57	1004.79	1002.76
85	976.03	982.91	988.60	993.17	996.73	999.28	1000.86	1000.62	998.58
90	972.70	979.25	984.65	988.95	992.28	994.63	996.02	996.41	994.38
95	969.25	975.47	980.57	984.61	987.70	989.85	991.06	992.19	990.16
100	965.68	971.56	976.36	980.14	983.00	984.94	985.97	987.94	985.91
105	961.99	967.53	972.03	975.54	978.16	979.90	980.76	983.68	981.64
110	958.17	963.37	967.56	970.81	973.20	974.74	975.42	979.38	977.35
115	954.24	959.09	962.97	965.95	968.11	969.45	969.96	975.07	973.03
120	950.18	954.67	958.26	960.97	962.89	964.03	964.38	970.73	968.69
125	945.99	950.14	953.41	955.86	957.55	958.49	958.67	966.37	964.33

Note: Density in kg/m³.

Taula 2.78. Calor específic d'una solució aquosa de propilenglicol.

Temperature, °C	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
-35						3.096	2.843	2.572	2.264
-30						3.118	2.868	2.600	2.295
-25					3.358	3.140	2.893	2.627	2.326
-20					3.378	3.162	2.918	2.655	2.356
-15				3.586	3.397	3.184	2.943	2.683	2.387
-10			3.765	3.603	3.416	3.206	2.968	2.710	2.417
-5		3.918	3.779	3.619	3.435	3.228	2.993	2.738	2.448
0	4.042	3.929	3.793	3.636	3.455	3.250	3.018	2.766	2.478
5	4.050	3.940	3.807	3.652	3.474	3.272	3.042	2.793	2.509
10	4.058	3.951	3.820	3.669	3.493	3.295	3.067	2.821	2.539
15	4.067	3.962	3.834	3.685	3.513	3.317	3.092	2.849	2.570
20	4.075	3.973	3.848	3.702	3.532	3.339	3.117	2.876	2.600
25	4.083	3.983	3.862	3.718	3.551	3.361	3.142	2.904	2.631
30	4.091	3.994	3.875	3.735	3.570	3.383	3.167	2.931	2.661
35	4.099	4.005	3.889	3.751	3.590	3.405	3.192	2.959	2.692
40	4.107	4.016	3.903	3.768	3.609	3.427	3.217	2.987	2.723
45	4.115	4.027	3.917	3.784	3.628	3.449	3.242	3.014	2.753
50	4.123	4.038	3.930	3.801	3.648	3.471	3.266	3.042	2.784
55	4.131	4.049	3.944	3.817	3.667	3.493	3.291	3.070	2.814
60	4.139	4.060	3.958	3.834	3.686	3.515	3.316	3.097	2.845
65	4.147	4.071	3.972	3.850	3.706	3.537	3.341	3.125	2.875
70	4.155	4.082	3.985	3.867	3.725	3.559	3.366	3.153	2.906
75	4.163	4.093	3.999	3.883	3.744	3.581	3.391	3.180	2.936
80	4.171	4.104	4.013	3.900	3.763	3.603	3.416	3.208	2.967
85	4.179	4.115	4.027	3.916	3.783	3.625	3.441	3.236	2.997
90	4.187	4.126	4.040	3.933	3.802	3.647	3.465	3.263	3.028
95	4.195	4.136	4.054	3.949	3.821	3.670	3.490	3.291	3.058
100	4.203	4.147	4.068	3.966	3.841	3.692	3.515	3.319	3.089
105	4.211	4.158	4.082	3.982	3.860	3.714	3.540	3.346	3.119
110	4.219	4.169	4.095	3.999	3.879	3.736	3.565	3.374	3.150
115	4.227	4.180	4.109	4.015	3.898	3.758	3.590	3.402	3.181
120	4.235	4.191	4.123	4.032	3.918	3.780	3.615	3.429	3.211
125	4.243	4.202	4.137	4.049	3.937	3.802	3.640	3.457	3.242

Note: Specific heat in kJ/(kg·K).

**Taula 2.80. Conductivitat tèrmica d'una solució aquosa de propilenglicol.**

Temperature, °C	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						0.296	0.275	0.255	0.237
-30						0.300	0.277	0.256	0.237
-25					0.329	0.303	0.278	0.257	0.236
-20					0.334	0.306	0.280	0.257	0.236
-15				0.369	0.338	0.309	0.282	0.258	0.236
-10			0.410	0.375	0.342	0.312	0.284	0.259	0.235
-5		0.456	0.416	0.380	0.346	0.314	0.285	0.259	0.235
0	0.510	0.464	0.423	0.385	0.349	0.317	0.286	0.259	0.234
5	0.518	0.472	0.429	0.389	0.353	0.319	0.288	0.260	0.234
10	0.527	0.479	0.434	0.394	0.356	0.321	0.289	0.260	0.233
15	0.535	0.485	0.440	0.398	0.359	0.323	0.290	0.260	0.233
20	0.543	0.492	0.445	0.402	0.362	0.325	0.291	0.261	0.232
25	0.550	0.498	0.449	0.406	0.365	0.327	0.292	0.261	0.231
30	0.557	0.503	0.454	0.409	0.367	0.329	0.293	0.261	0.231
35	0.563	0.508	0.458	0.412	0.370	0.330	0.293	0.261	0.230
40	0.569	0.513	0.462	0.415	0.372	0.331	0.294	0.261	0.229
45	0.575	0.518	0.466	0.418	0.374	0.333	0.294	0.260	0.229
50	0.580	0.522	0.469	0.420	0.375	0.334	0.295	0.260	0.228
55	0.585	0.526	0.472	0.423	0.377	0.335	0.295	0.260	0.227
60	0.589	0.529	0.475	0.425	0.378	0.335	0.295	0.260	0.227
65	0.593	0.532	0.477	0.426	0.379	0.336	0.295	0.259	0.226
70	0.596	0.535	0.479	0.428	0.380	0.336	0.295	0.259	0.225
75	0.599	0.538	0.481	0.429	0.381	0.337	0.295	0.258	0.224
80	0.602	0.540	0.482	0.430	0.382	0.337	0.295	0.258	0.223
85	0.604	0.541	0.484	0.431	0.382	0.337	0.295	0.257	0.222
90	0.606	0.543	0.484	0.431	0.382	0.337	0.294	0.256	0.221
95	0.607	0.544	0.485	0.432	0.382	0.336	0.294	0.256	0.220
100	0.608	0.544	0.485	0.432	0.382	0.336	0.293	0.255	0.219
105	0.609	0.544	0.485	0.432	0.382	0.335	0.292	0.254	0.218
110	0.609	0.544	0.485	0.431	0.381	0.335	0.292	0.253	0.217
115	0.608	0.544	0.485	0.430	0.380	0.334	0.291	0.252	0.216
120	0.608	0.543	0.484	0.429	0.379	0.333	0.290	0.251	0.215
125	0.606	0.542	0.482	0.428	0.378	0.332	0.288	0.250	0.214

Note: Thermal conductivity in W/(m·K).

Taula 2.81. Viscositat d'una solució aquosa de propilenglicol.

Temperature, °C	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						524.01	916.18	1434.22	3813.29
-30						330.39	551.12	908.47	2071.34
-25					110.59	211.43	340.09	575.92	1176.09
-20					73.03	137.96	215.67	368.77	696.09
-15				33.22	49.70	92.00	140.62	239.86	428.19
-10			11.87	23.27	34.78	62.78	94.23	159.02	272.94
-5		4.98	9.08	16.75	24.99	43.84	64.83	107.64	179.78
0	2.68	4.05	7.08	12.37	18.40	31.32	45.74	74.45	122.03
5	2.23	3.34	5.61	9.35	13.85	22.87	33.04	52.63	85.15
10	1.89	2.79	4.52	7.22	10.65	17.05	24.41	37.99	60.93
15	1.63	2.36	3.69	5.69	8.34	12.96	18.41	28.00	44.62
20	1.42	2.02	3.06	4.57	6.65	10.04	14.15	21.04	33.38
25	1.25	1.74	2.57	3.73	5.39	7.91	11.08	16.10	25.45
30	1.11	1.52	2.18	3.09	4.43	6.34	8.81	12.55	19.76
35	0.99	1.34	1.88	2.60	3.69	5.15	7.12	9.94	15.60
40	0.89	1.18	1.63	2.21	3.11	4.25	5.84	7.99	12.49
45	0.81	1.06	1.43	1.91	2.65	3.55	4.85	6.52	10.15
50	0.73	0.95	1.26	1.66	2.29	3.00	4.08	5.39	8.35
55	0.67	0.86	1.13	1.47	1.99	2.57	3.46	4.51	6.95
60	0.62	0.78	1.01	1.30	1.75	2.22	2.98	3.82	5.85
65	0.57	0.71	0.91	1.17	1.55	1.93	2.58	3.28	4.97
70	0.53	0.66	0.83	1.06	1.38	1.70	2.26	2.83	4.26
75	0.49	0.60	0.76	0.96	1.24	1.51	1.99	2.47	3.69
80	0.46	0.56	0.70	0.88	1.12	1.35	1.77	2.18	3.22
85	0.43	0.52	0.65	0.81	1.02	1.22	1.59	1.94	2.83
90	0.40	0.49	0.61	0.75	0.93	1.10	1.43	1.73	2.50
95	0.38	0.45	0.57	0.70	0.86	1.01	1.30	1.56	2.23
100	0.35	0.43	0.53	0.66	0.79	0.92	1.18	1.42	2.00
105	0.33	0.40	0.50	0.62	0.74	0.85	1.08	1.29	1.80
110	0.32	0.38	0.47	0.59	0.69	0.79	1.00	1.19	1.63
115	0.30	0.36	0.45	0.56	0.64	0.74	0.93	1.09	1.48
120	0.28	0.34	0.43	0.53	0.60	0.69	0.86	1.02	1.35
125	0.27	0.32	0.41	0.51	0.57	0.65	0.80	0.95	1.24

Note: Viscosity in mPa·s



2.3.7. INFORMACIÓ UTILITZADA EN EL CàLCUL DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA

La Taula 2.82. dona les equivalències de longitud de canonada d'alguns dels elements més comuns en les instal·lacions d'aquest tipus.

Taula 2.82. Longituds equivalents de canonada. Pèrdua de càrrega en accessoris.

Element	(polzades) (mm)	Diàmetre interior de la canonada							
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65
manegot d'unió		0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12
reducció		0,28	0,42	0,70	0,91	1,19	1,40	1,82	2,80
cotxe de 45°		0,28	0,40	0,60	0,66	0,70	0,98	1,16	1,40
corba de 90°		0,25	0,46	0,63	0,84	1,18	1,34	1,70	2,87
cotxe de 90°		0,53	0,70	0,88	1,05	1,41	1,85	2,30	2,72
te de 45°		1,43	1,18	1,26	1,34	1,68	2,1	2,52	2,94
te arada (portafons)		2,1	2,35	2,52	2,60	3,36	4,20	5,04	5,88
te amb pas recte		0,14	0,21	0,28	0,42	0,56	0,70	1,12	0,98
te amb derivació		2,52	3,50	4,20	5,94	5,74	6,44	7,00	7,70
vàlvula de retenció batedora		0,28	0,42	0,77	1,05	1,61	2,10	2,66	3,71
vàlvula de retenció pistó		1,06	2,38	3,25	3,99	5,21	6,54	8,05	9,67
vàlvula de comporta oberta		0,20	0,26	0,29	0,36	0,50	0,62	0,77	0,97
vàlvula de pas recte i seient inclinat		1,54	1,88	2,44	3,19	4,05	4,84	6,34	7,71
vàlvula d'escaire		2,86	3,57	4,69	6,02	7,84	9,59	12,04	15,54
vàlvula de seient de pas recte		—	4,76	5,04	6,30	7,91	11,34	12,60	—
boscamentador		—	—	—	2,94	7,00	17,5	18,48	19,88
caldera		3,50	4,20	4,90	6,60	6,30	7,90	8,05	9,10
caldera amb vàlvules		5,25	6,76	7,35	8,40	9,45	10,5	15,96	17,78
comptador general col·lectiu comptador individual o de ramal		4,5 (m c.d.a.) 10 (m c.d.a.)							





3. PLÀNOLS









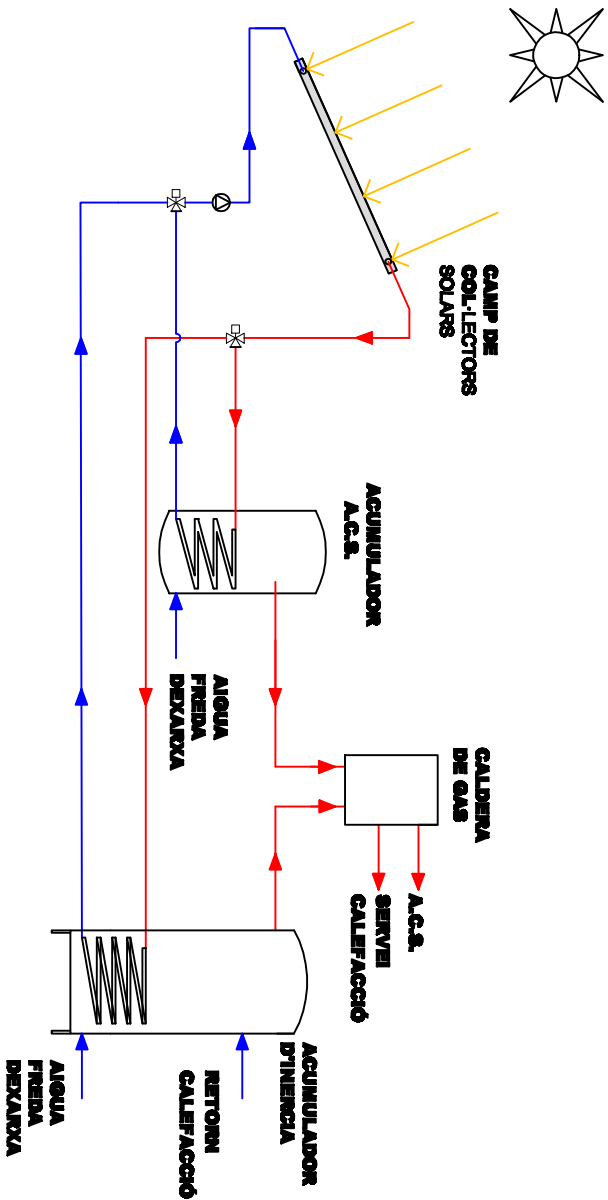


ÍNDEX DE PLÀNOLS

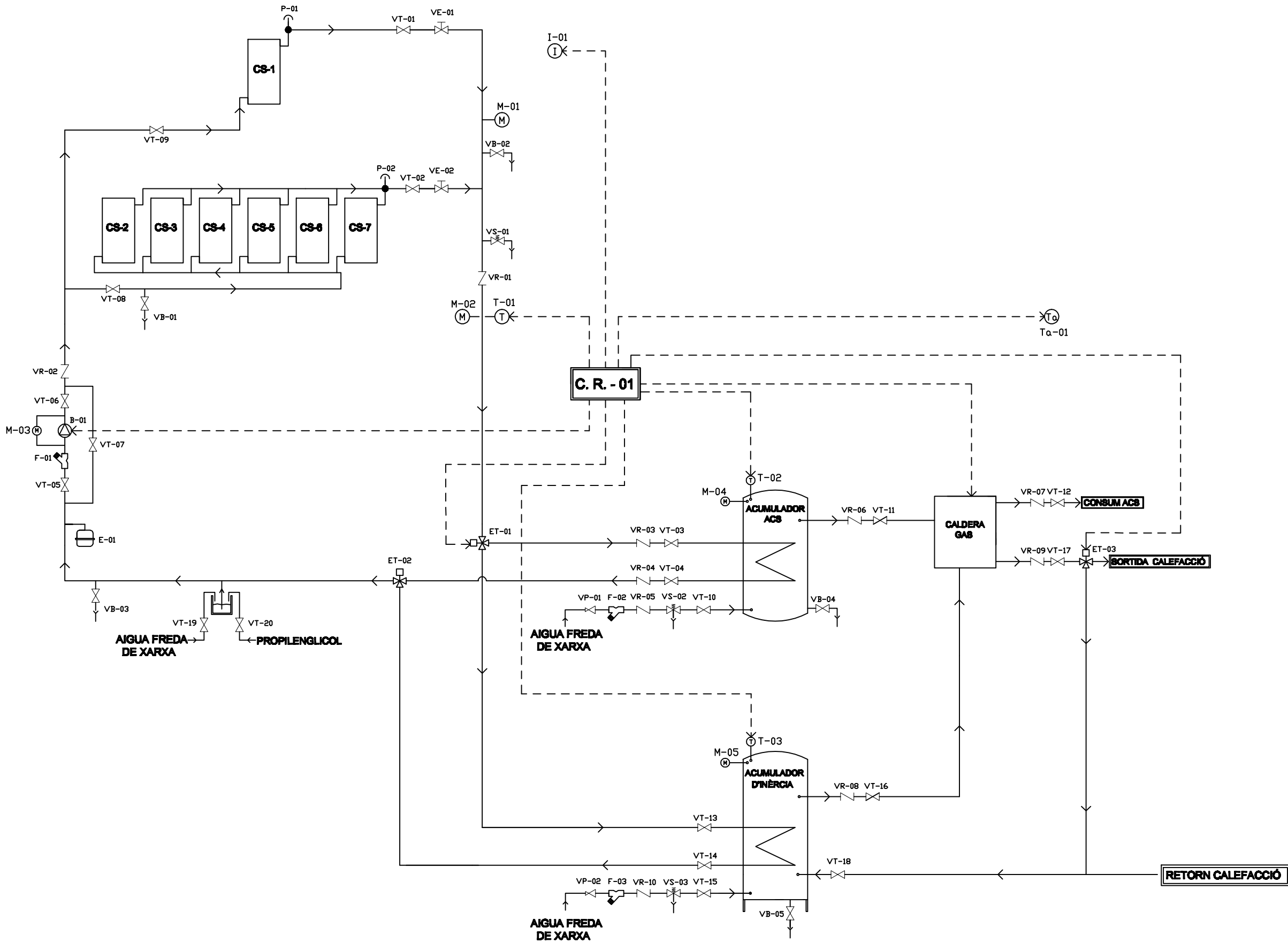
3. PLÀNOLS	265
Índex de plànols	267
Plànol nº 1. VISTA TEULADA	269
Plànol nº 2. FAÇANES EST - SUD	271
Plànol nº 3. FAÇANES OEST - NORD	273
Plànol nº 4. PLANTA BAIXA: DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ, SUPERFÍCIES	275
Plànol nº 5. PLANTA PRIMERA: DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ, SUPERFÍCIES	277
Plànol nº 6. SECCIÓ VERTICAL	279
Plànol nº 7. PLANTA BAIXA I INSTAL·LACIÓ	281
Plànol nº 8. PLANTA PRIMERA I INSTAL·LACIÓ	283
Plànol nº 9. TEULADA: INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	285
Plànol nº 10. FAÇANA OEST: INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	287
Plànol nº 11. INSTAL·LACIONS I ACOTACIÓ SALA MÀQUINES	289
Plànol nº 12. DIAGRAMA SALA MÀQUINES	291
Plànol nº 13. ESTRUCTURA DE TANCAMENT	293
Plànol nº 14. DIAGRAMA PRINCIPI	295
Plànol nº 15. DIAGRAMA ENGINYERIA	297
Plànol nº 16. CAPTADOR SOLAR	299



SIMBOLISMA	
Bomba de circulació	
Electrovalvula de tres vies	
Capteur solar	
Acumulador ACS	
Acumulador d'Inèrcia	
Caldera gas	

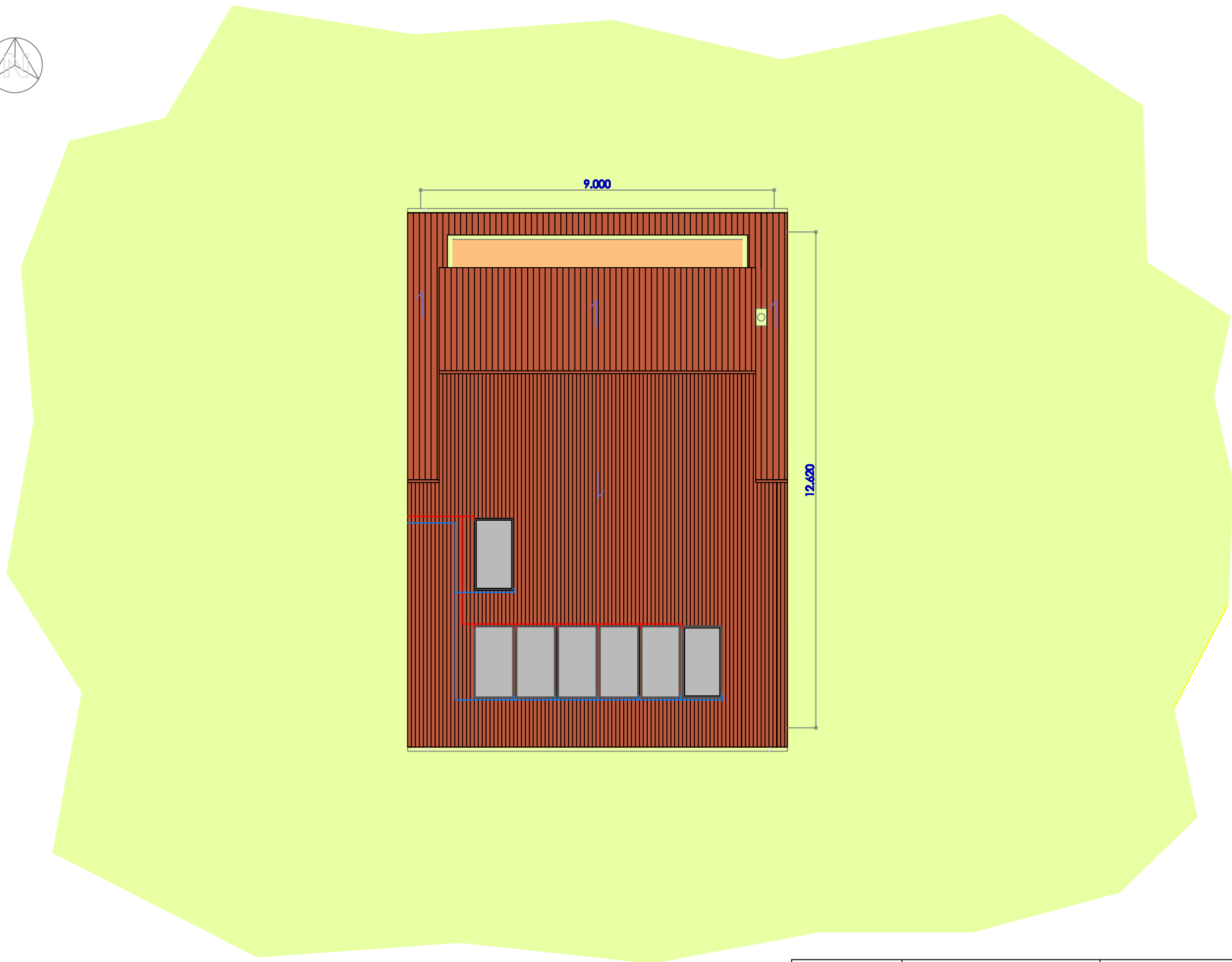


AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA:	<div> <div> Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior </div> <div> "Diseeny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida" </div> </div>	
S/E	<div> <div>DIAGRAMA PRINCIPAL</div> <div> Nº PLÀNOL: 14 / 16 </div> </div>	



SIMBOLOGIA	
Captador solar	
Bomba de circulació	
Electrovàlvula de tres vies	
Vàlvula de tall	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula d'equilibrat / Electrovàlvula	
Vàlvula de seguretat	
Vàlvula de buidat	
Vàlvula reductora de pressió	
Purgador d'aire	
Vas d'expansió	
Manòmetre	
Sonda de temperatura	
Sensor de radiació solar	
Centraleta de regulació	
Sonda de temperatura ambient	
Filtre	

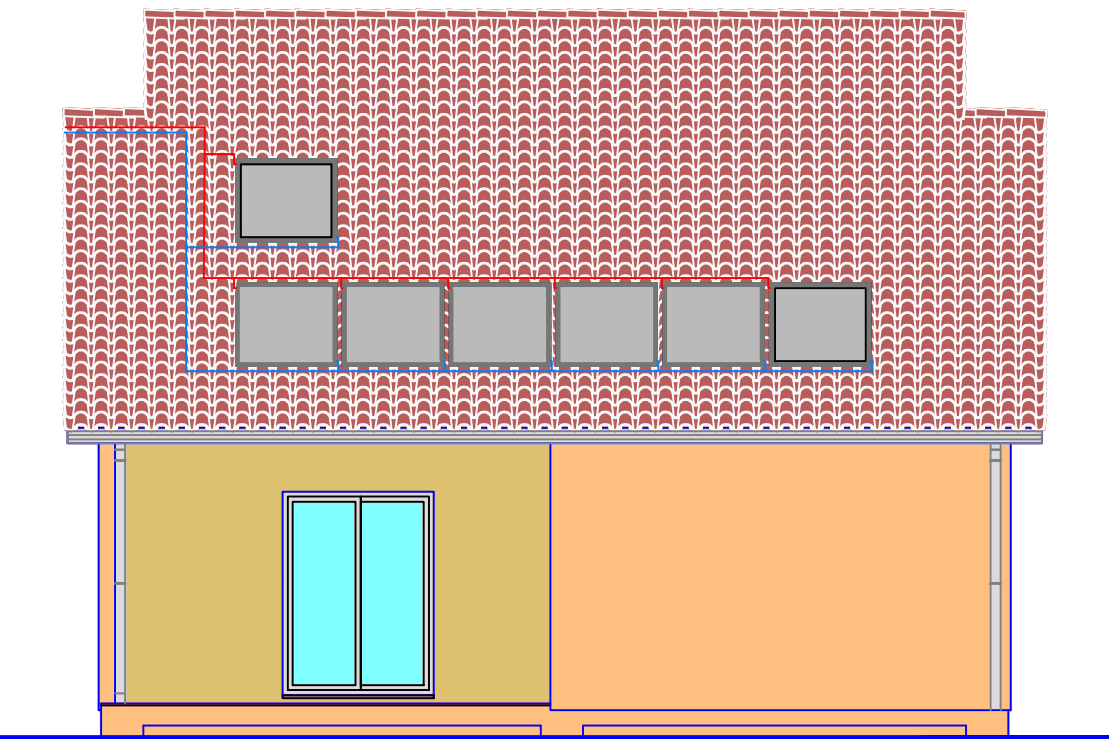
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"	
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza		
DATA:	04-01-07		
ESCALA: S/E	DIAGRAMA D'ENGINYERIA		Nº PLÀNOL: 17



AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/100	VISTA TEULADA	Nº PLÀNOL: 1 / 16

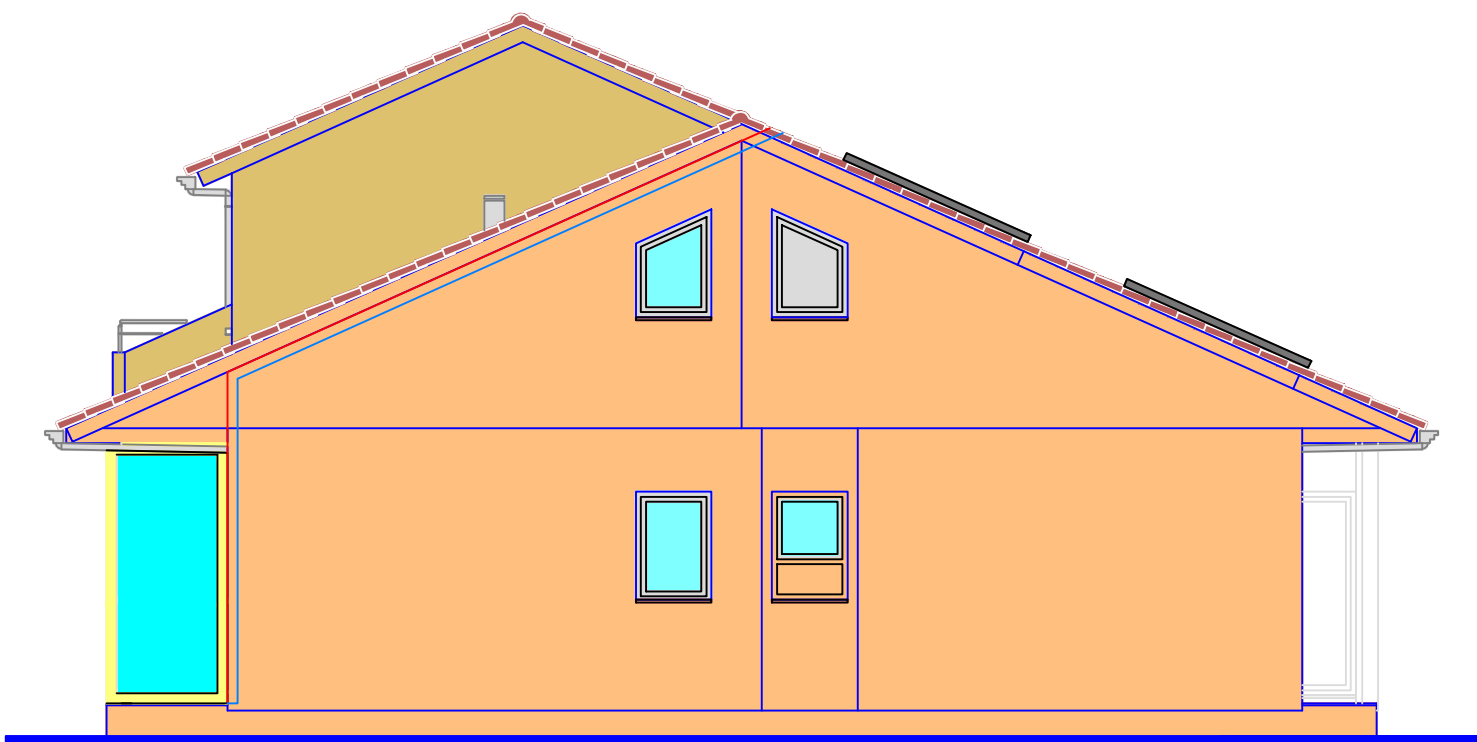


FAÇANA EST

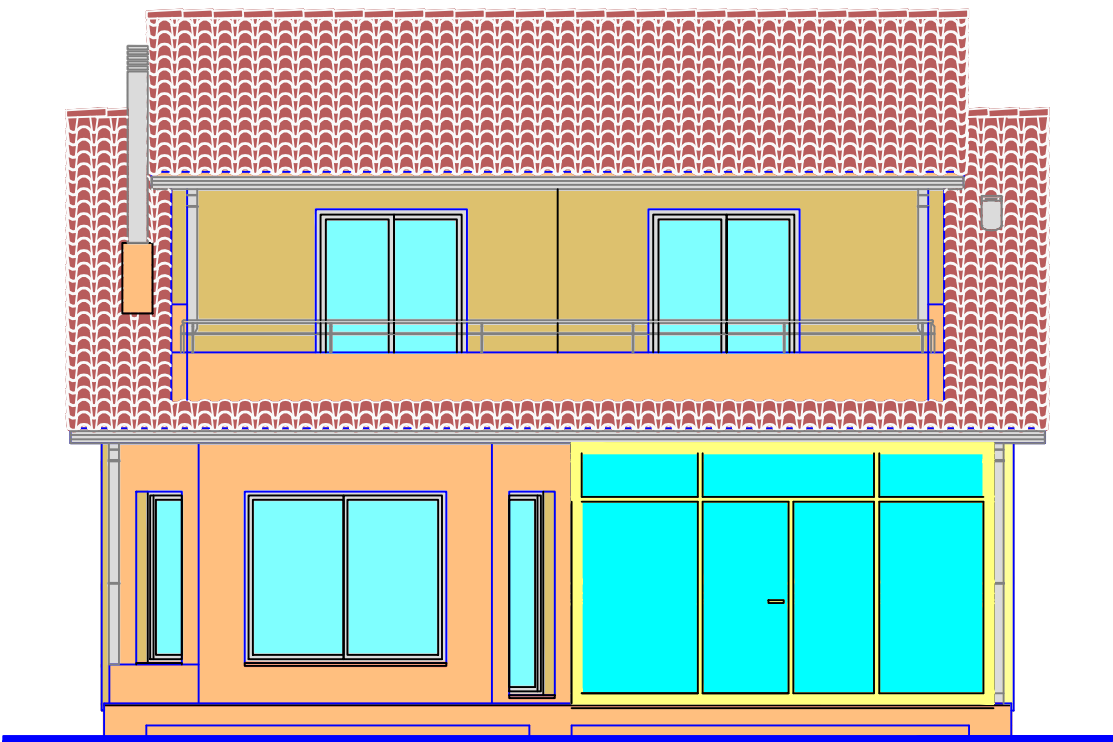


FAÇANA SUD

AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/75	FAÇANES EST - SUD	Nº PLÀNOL: 2 / 16

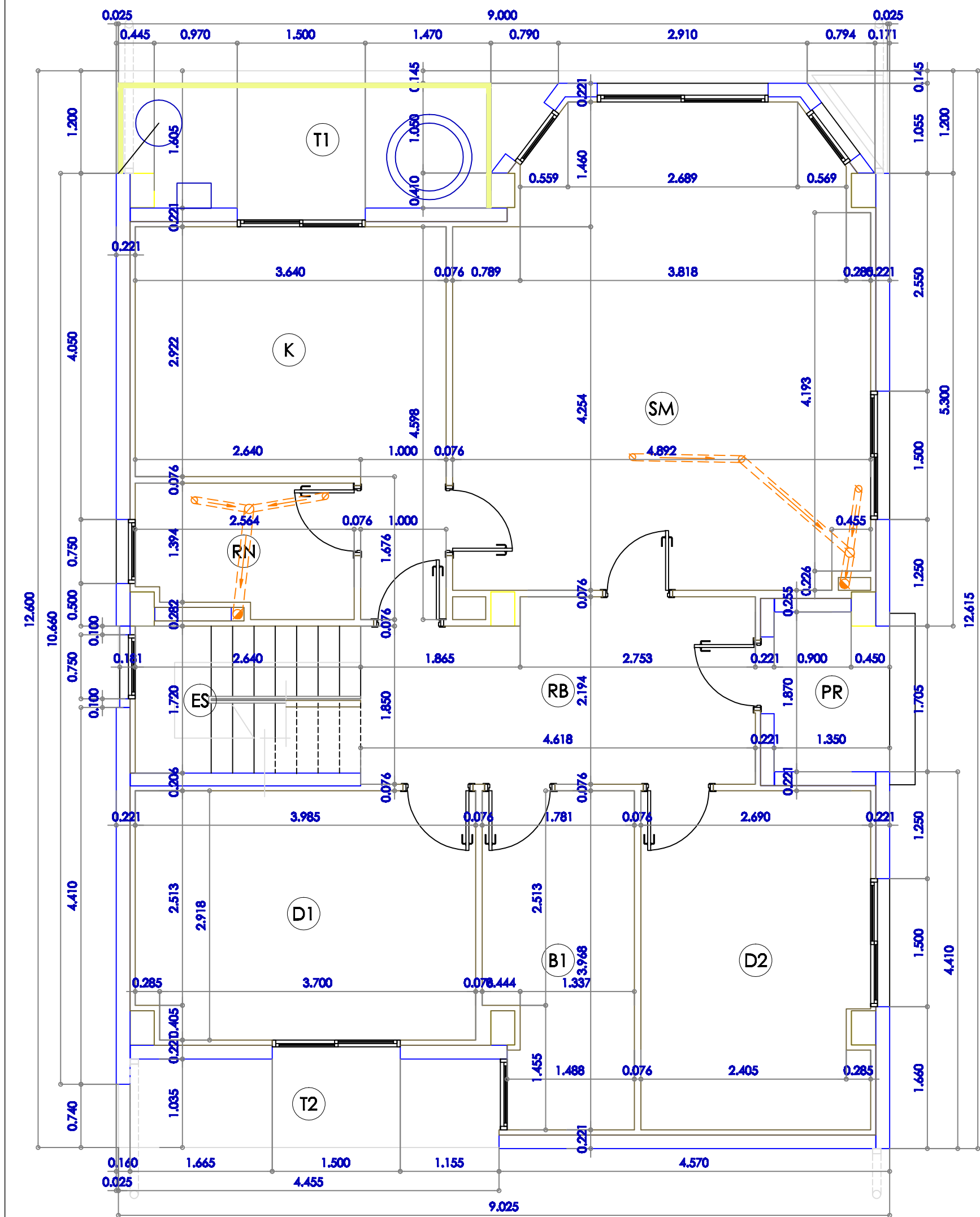


FAÇANA OEST



FAÇANA NORD

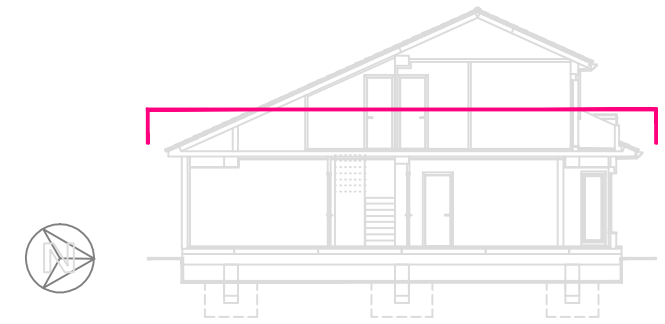
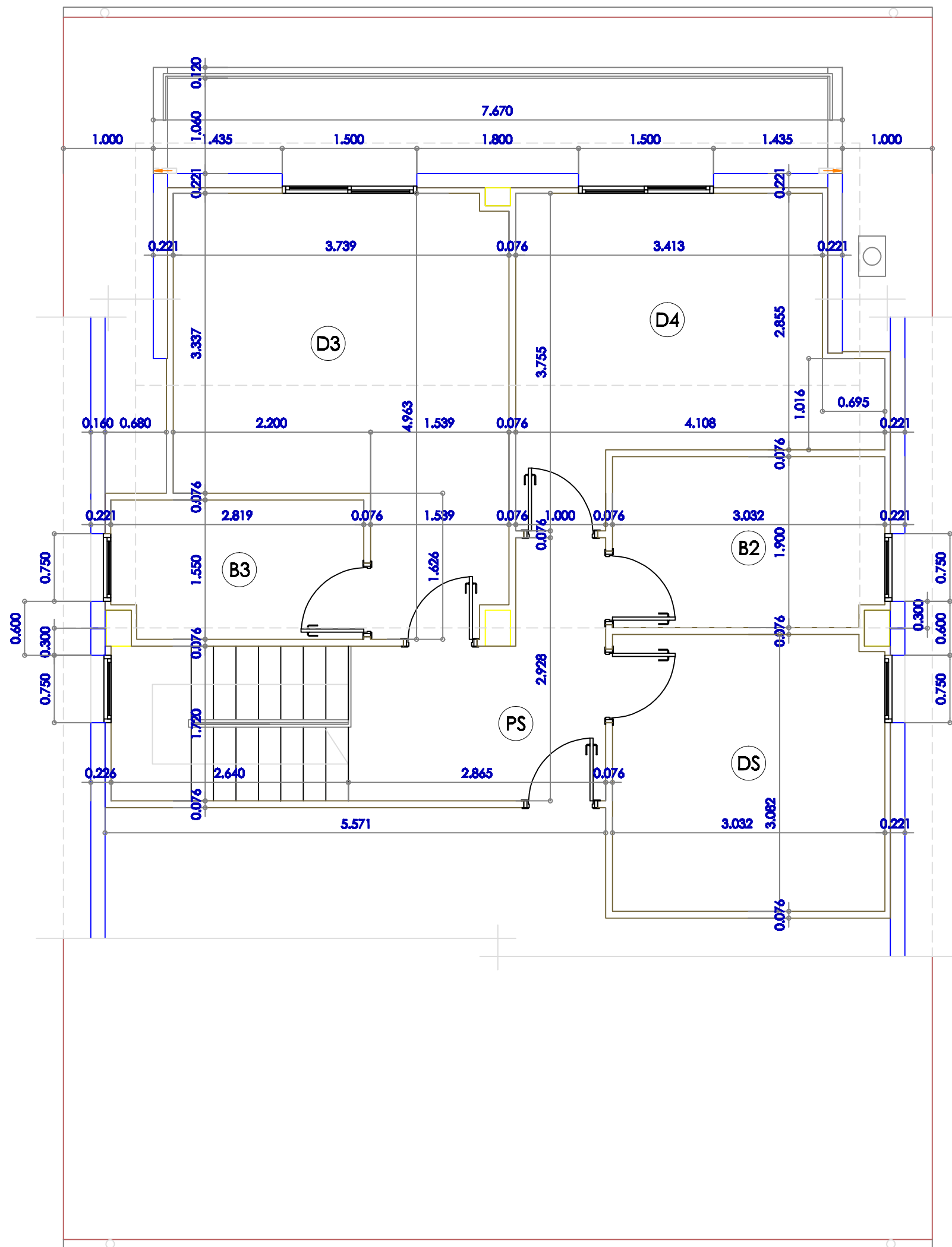
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/75	FAÇANA OEST - NORD	Nº PLÀNOL: 3 / 16



QUADRE DE SUPERFÍCIES

	ÚTILS	CONSTRUÏDES
(RB) REBEDOR	9.49 M2	
(SM) S.E. - MENJADOR	25.91 M2	
(K) CUINA	12.31 M2	
(RN) RENTADOR	3.77 M2	
(D1) DORMITORI 1	11.51 M2	
(D2) DORMITORI 2	10.54 M2	
(B1) BANY 1	6.56 M2	
(ES) ESCALA	4.50 M2	
	84.59 M2	98.51 M2
(PR) 1/2 PORXO	1.22 M2	1.22 M2
(T1) 1/2 TERRASSA 1	4.25 M2	4.25 M2
(T2) 1/2 TERRASSA 2	2.29 M2	2.29 M2
PLANTA BAIXA	92.35 M2	106.27 M2
(PS) PAS	6.14 M2	
(D3) DORMITORI 3	14.79 M2	
(D4) DORMITORI 4	11.15 M2	
(DS) DESPATX	7.93 M2	
(B2) BANY 2	5.69 M2	
(B3) BANY 3	4.26 M2	
PLANTA PRIMERA	49.96 M2	67.03 M2
TOTAL SUPERFÍCIES	142.31 M2	173.30 M2

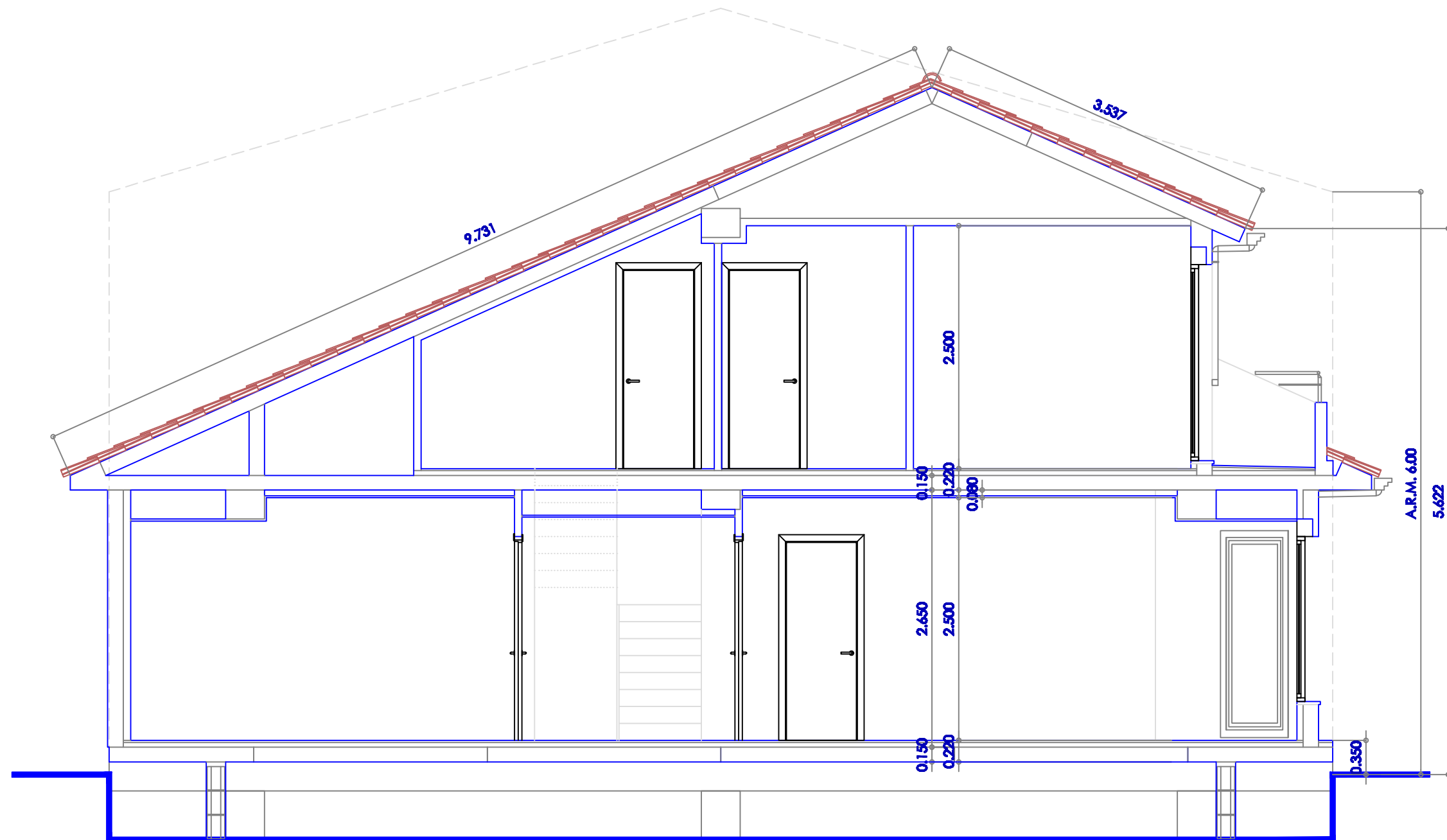
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	PLANTA BAIXA - DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ I SUPERFÍCIES	Nº PLÀNOL: 4 / 16



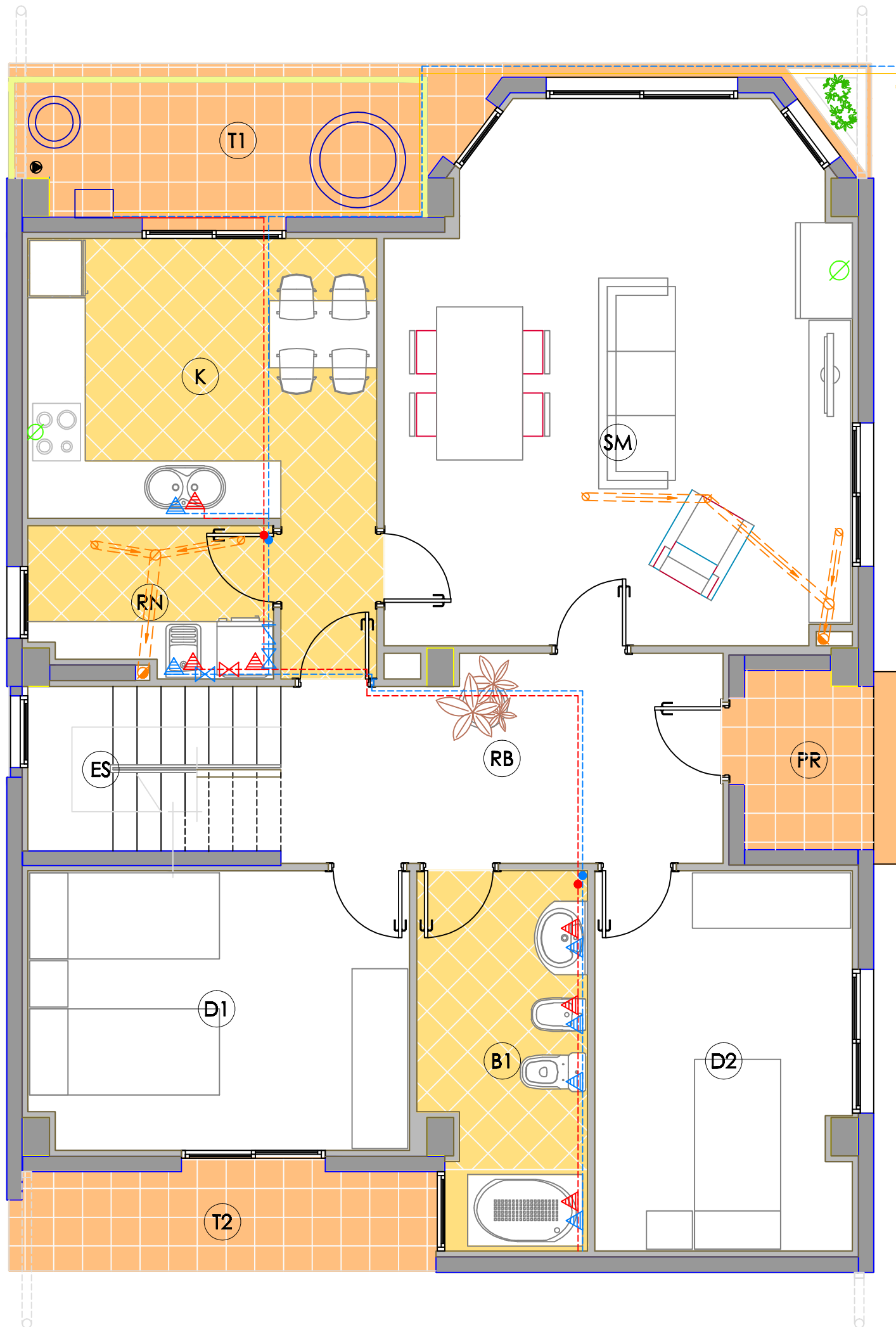
QUADRE DE SUPERFÍCIES

	ÚTILS	CONSTRUÏDES
(RB) REBEDOR	9.49 M2	
(SM) S.E. - MENJADOR	25.91 M2	
(K) CUINA	12.31 M2	
(RN) RENTADOR	3.77 M2	
(D1) DORMITORI 1	11.51 M2	
(D2) DORMITORI 2	10.54 M2	
(B1) BANY 1	6.56 M2	
(ES) ESCALA	4.50 M2	
	84.59 M2	98.51 M2
(PR) 1/2 PORXO	1.22 M2	1.22 M2
(T1) 1/2 TERRASSA 1	4.25 M2	4.25 M2
(T2) 1/2 TERRASSA 2	2.29 M2	2.29 M2
PLANTA BADXA	92.35 M2	106.27 M2
(PS) PAS	6.14 M2	
(D3) DORMITORI 3	14.79 M2	
(D4) DORMITORI 4	11.15 M2	
(DS) DESPATX	7.93 M2	
(B2) BANY 2	5.69 M2	
(B3) BANY 3	4.26 M2	
PLANTA PRIMERA	49.96 M2	67.03 M2
TOTAL SUPERFÍCIES	142.31 M2	173.30 M2

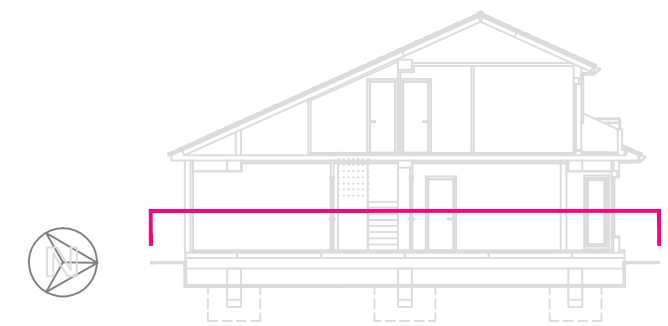
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	PLANTA PRIMERA - DISTRIBUCIÓ, ACOTACIÓ I SUPERFÍCIES	Nº PLÀNOL: 5 / 16



AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	SECCIÓ VERTICAL: ACOTACIÓ	
	Nº PLÀNOL: 6 / 16	



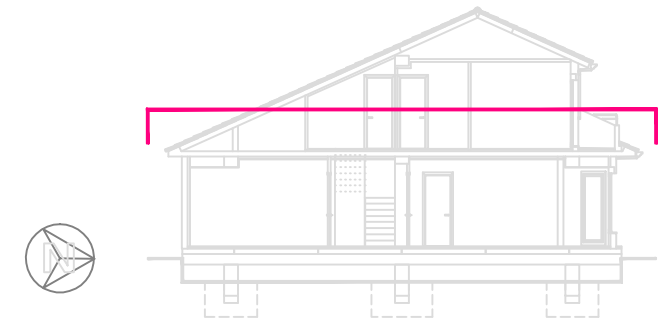
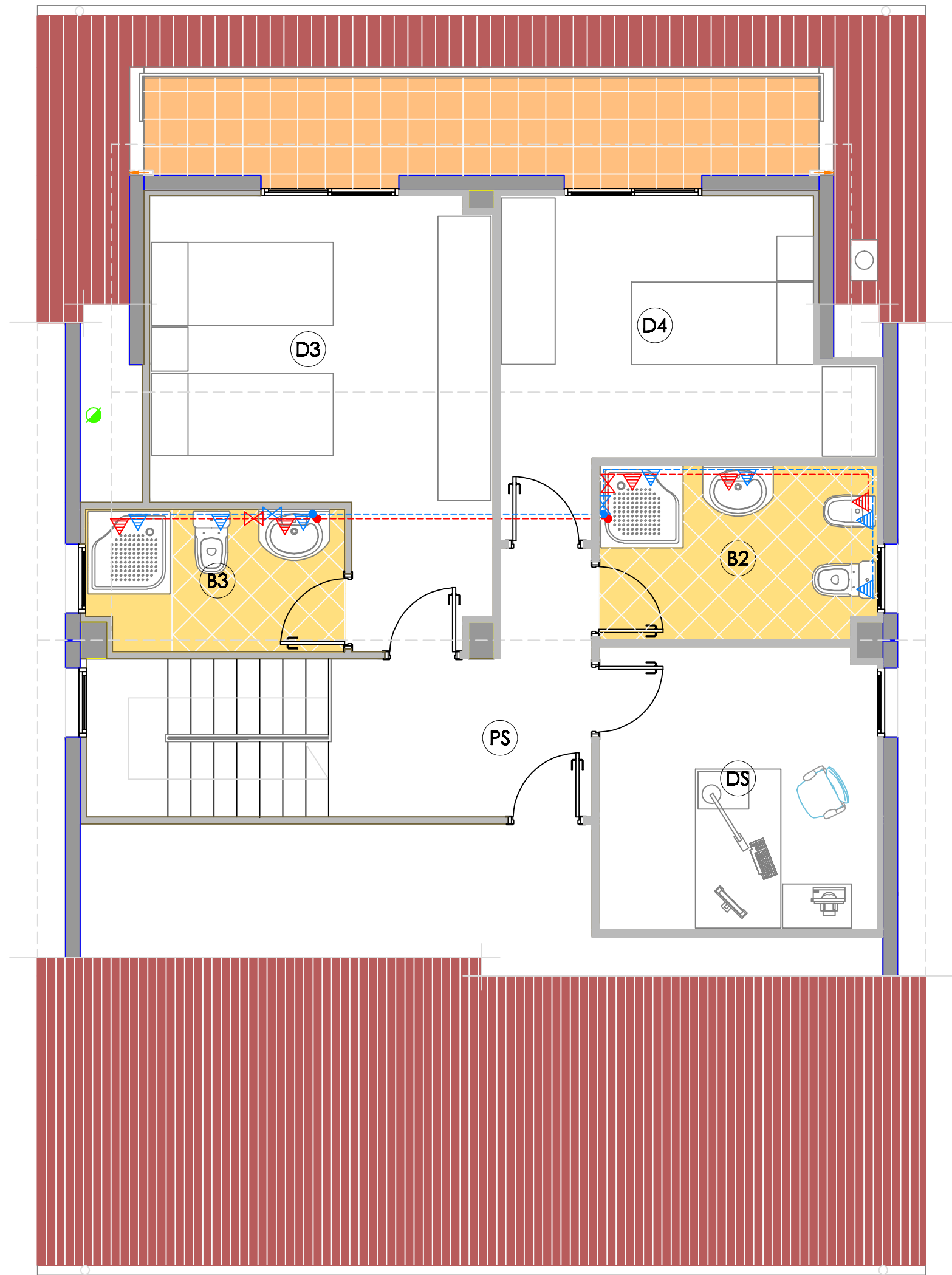
AIGUA DE XARXA
GAS NATURAL



SIMBOLOGIA

- CANALITZACIÓ AIGUA CALENTA
- CANALITZACIÓ AIGUA FREDA
- COMPTADOR GENERAL
- COMPTADOR DIVISIONARI
- CLAU GENERAL DE PAS
- CLAU DE PAS
- CLAU DE BUIDAT
- GRUP DE SOBREELEVACIÓ
- AIXETA AIGUA FREDA
- AIXETA AIGUA CALENTA
- VÀLVULA REDUCTORA
- VÀLVULA RETENCIÓ
- ANTIARIET
- FLUXOR
- BAIXANT SOSTRE
- BAIXANT SECCIONAT
- BUNERA
- FUMS
- CALDERA DE GAS
- DIPÒSIT ACUMULADOR

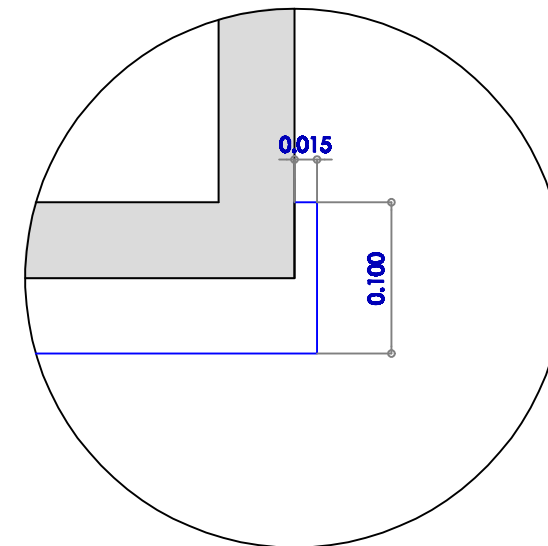
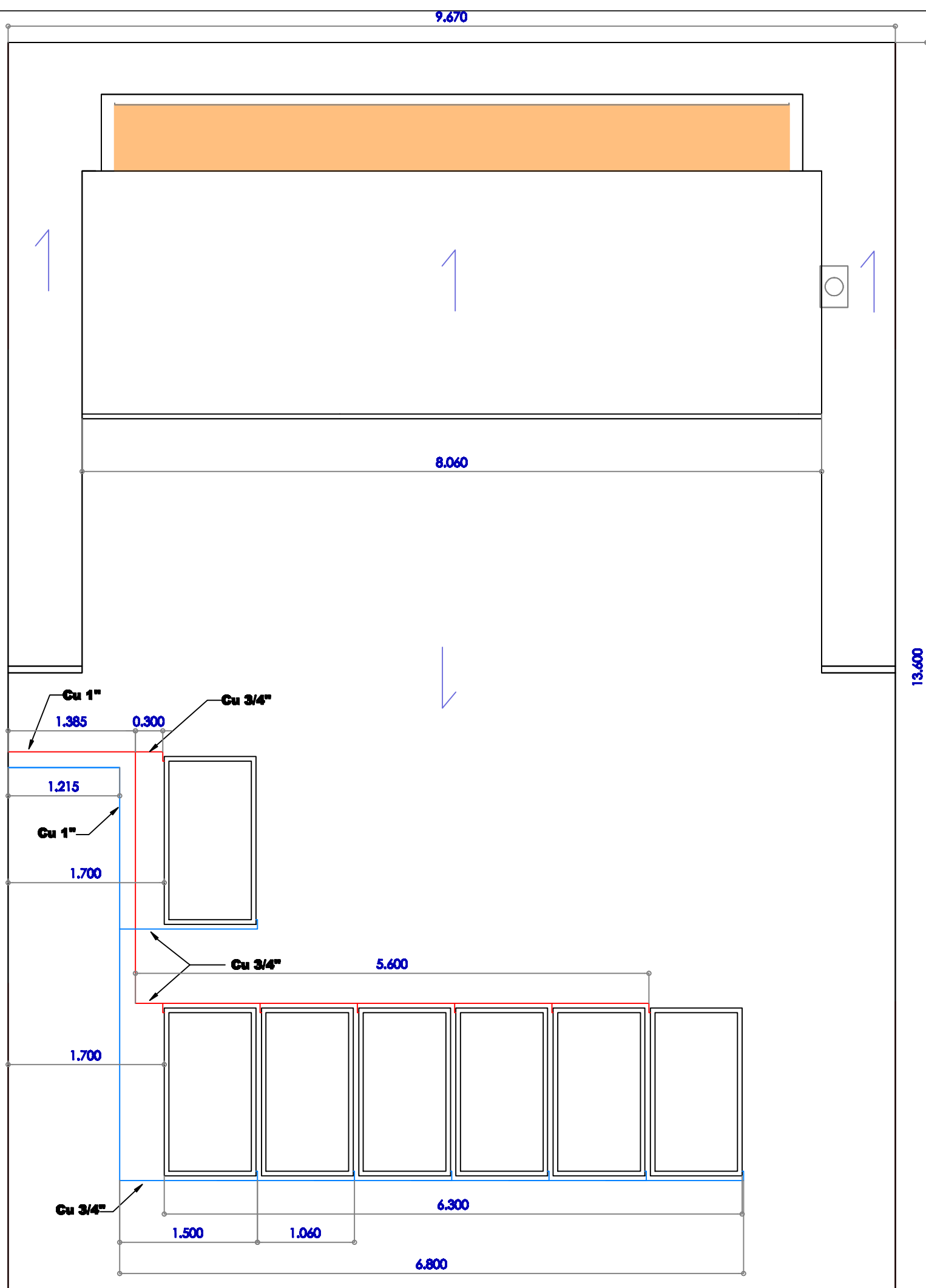
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"	
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza		
DATA:	04-01-07		
ESCALA: 1/50	PLANTA BAIXA I INSTAL·LACIÓ		Nº PLÀNOL: 7 / 16



SIMBOLOGIA

- CANALITZACIÓ AIGUA CALENTA
- CANALITZACIÓ AIGUA FREDA
- COMPTADOR GENERAL
- COMPTADOR DIVISIONARI
- CLAU GENERAL DE PAS
- CLAU DE PAS
- CLAU DE BUIDAT
- GRUP DE SOBREELEVACIÓ
- AIXETA AIGUA FREDA
- AIXETA AIGUA CALENTA
- VÀLVULA REDUCTORA
- VÀLVULA RETENCIÓ
- ANTIARIET
- FLUXOR
- BAIXANT SOSTRE
- BAIXANT SECCIONAT
- BUNERA
- FUMS
- CALDERA DE GAS
- DIPÒSIT ACUMULADOR

AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	PLANTA PRIMERA I INSTAL·LACIÓ	
		Nº PLÀNOL: 8 / 16

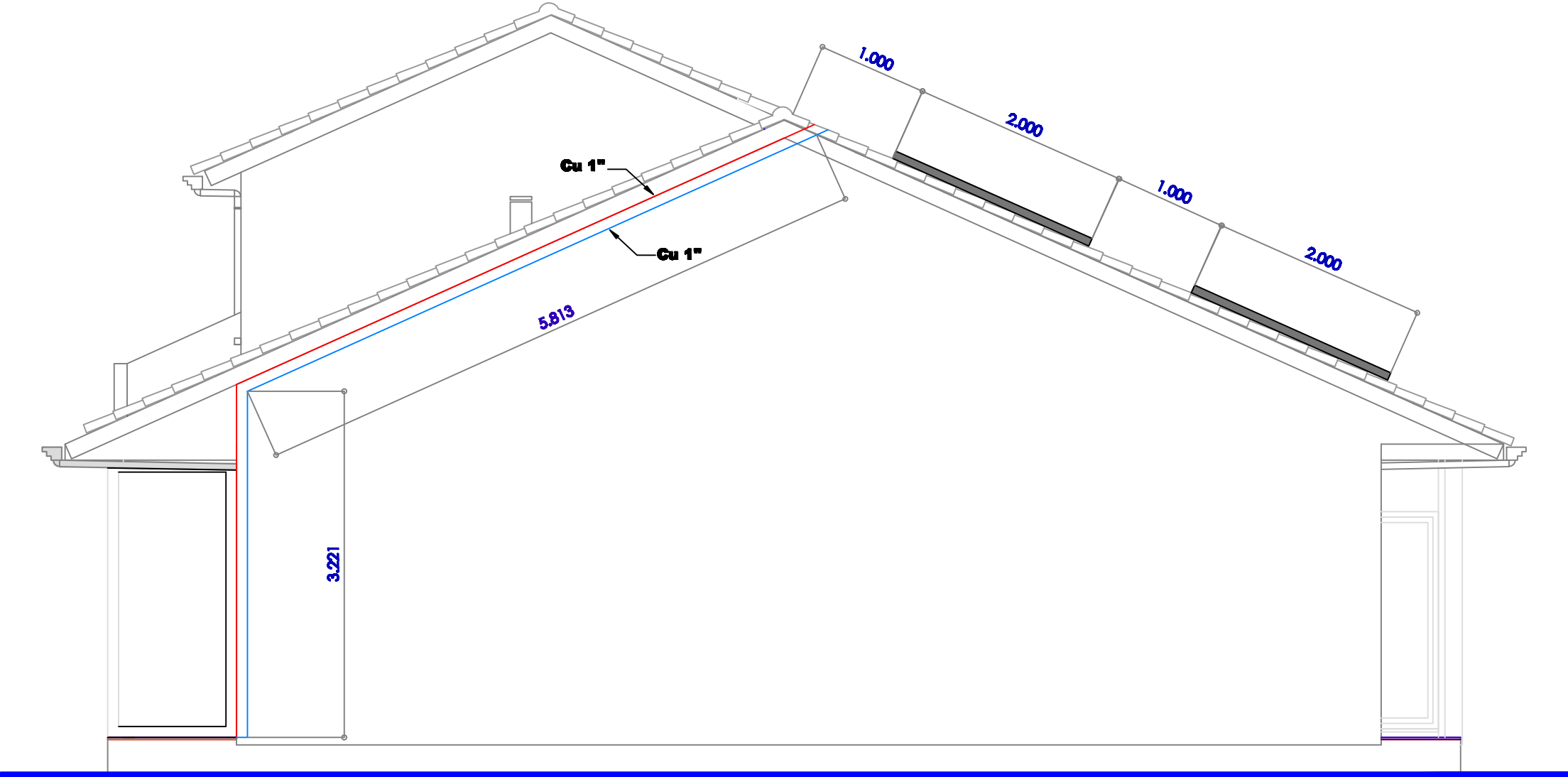


Detall Connexions captadors

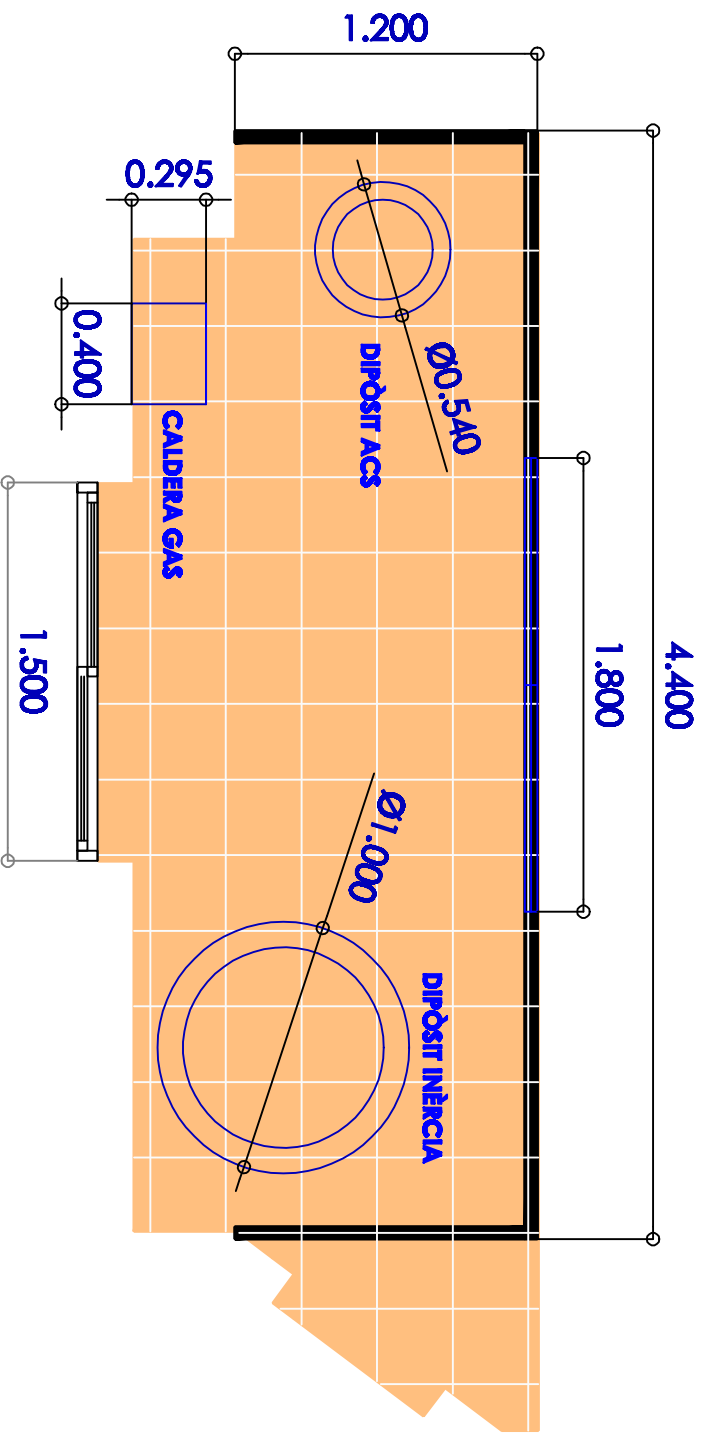
LLEGENDA:

	Canonada d'impulsió solar
	Canonada de retorn solar

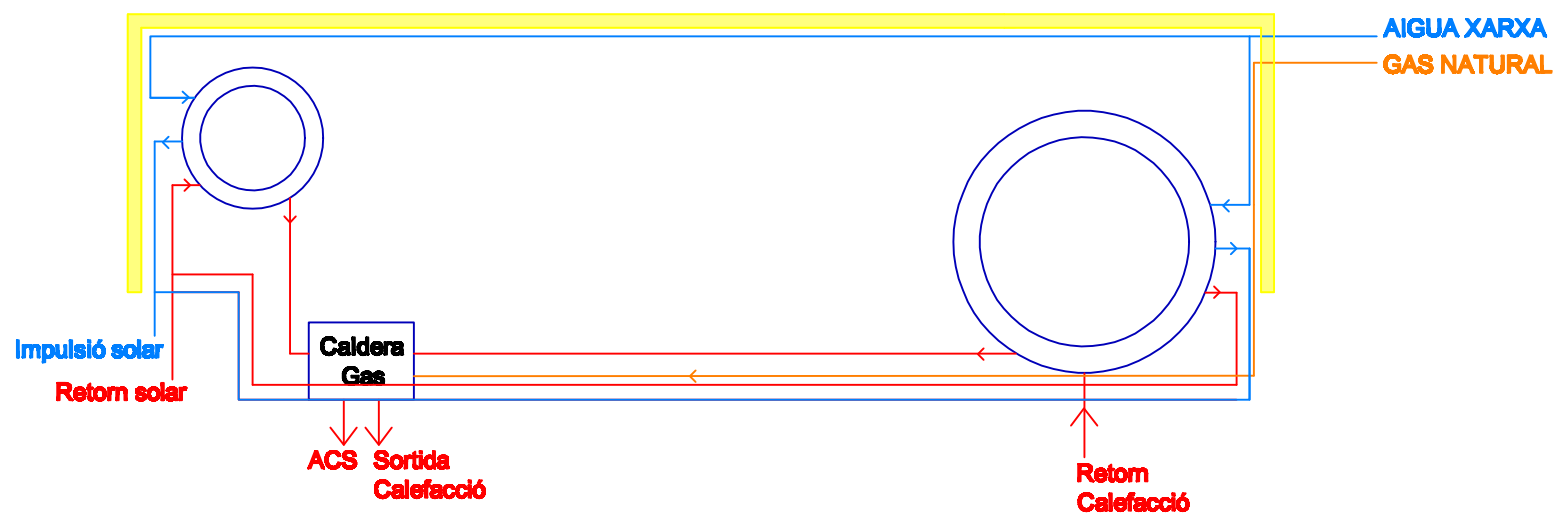
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	01-10-06	
ESCALA: 1/50	TEULADA - INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	Nº PLÀNOL: 9 / 16



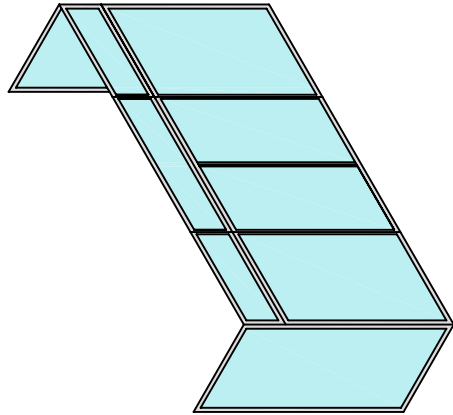
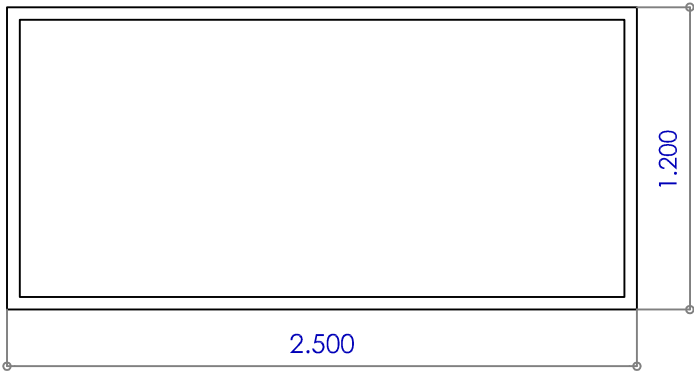
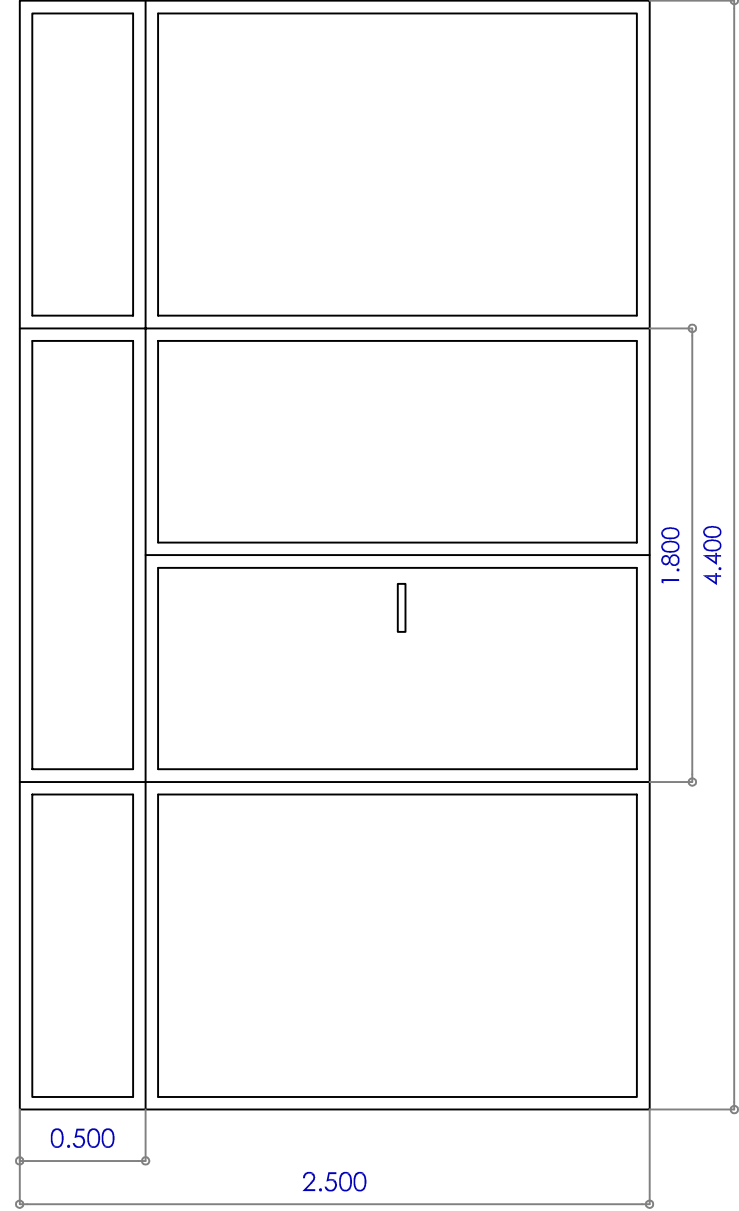
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	FAÇANA OEST - INSTAL·LACIÓ I ACOTACIÓ	Nº PLÀNOL: 10 / 16



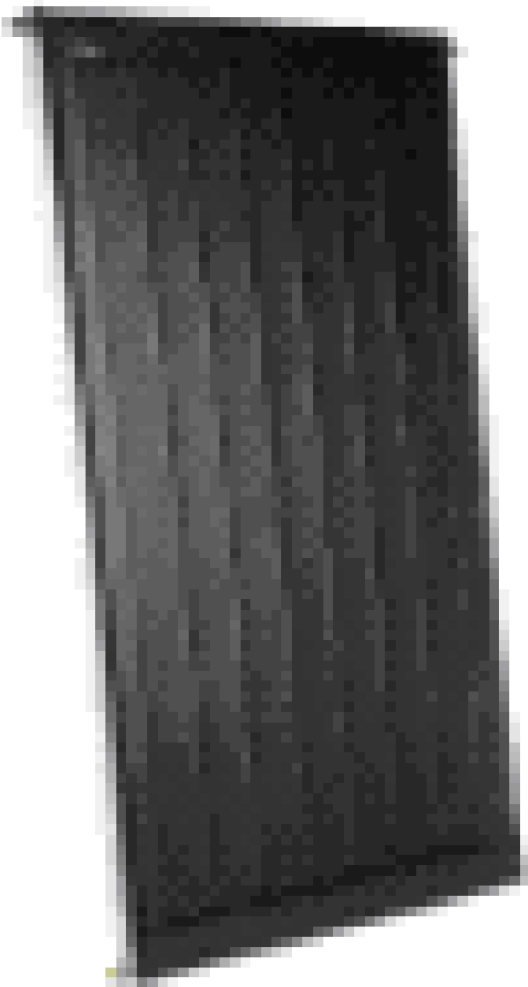
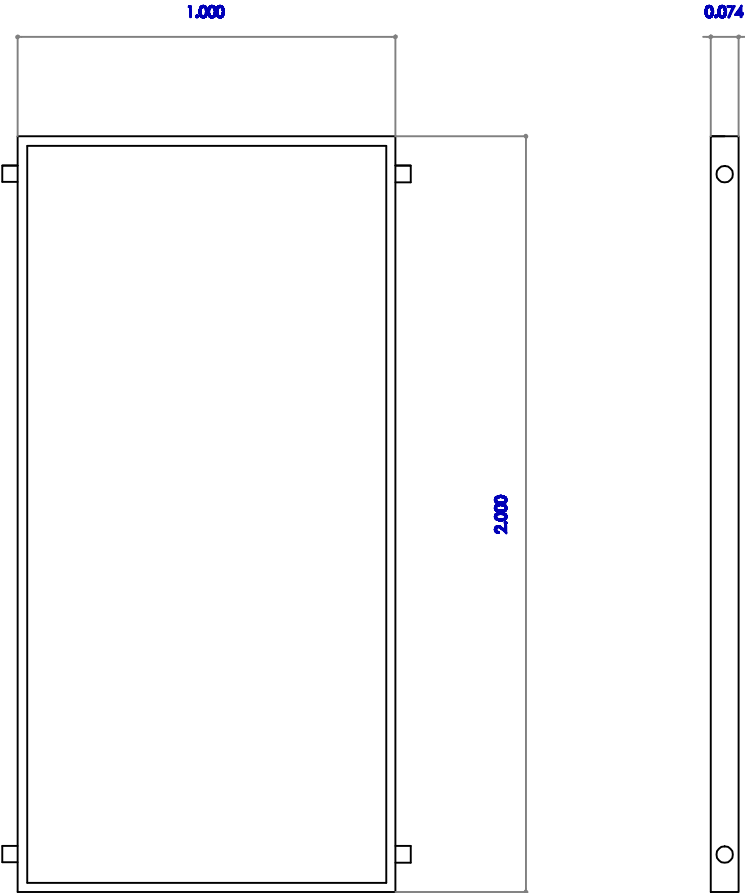
AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández		Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Diseeny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza		
DATA:	04-01-07		
ESCALA:	INSTAL·LACIONS SALA DE MÀQUINES		
1/30			Nº PLÀNOL: 11 / 16



AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluís F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/50	DIAGRAMA SALA MÀQUINES	
		Nº PLÀNOL: 12 / 16



AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández		Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"	
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza			
DATA:	04-01-07			
ESCALA:	1/30 - 1/100	ESTRUCTURA DE TANCAMENT		Nº PLÀNOL: 13 / 16



AUTORA:	Verónica Alaminos Fernández	Universitat de Lleida - Escola Politècnica Superior "Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida"
COMPROVAT:	Lluïsa F. Cabeza	
DATA:	04-01-07	
ESCALA: 1/20	CAPTADOR SOLAR	Nº PLÀNOL: 16 / 16



4. PLEC DE CONDICIONS





ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS

4. PLEC DE CONDICIONS	301
Índex del plec de condicions	303
4.1. NORMATIVA.....	305
4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA	306
4.2.1.MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA	306
4.2.2.MANTENIMENT DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓ	316
4.2.3.MANTENIMENT DELS DIPÒSITS	317
4.2.4.MANTENIMENT DEL VAS D'EXPANSIÓ.....	318
4.2.5.MANTENIMENT DE LES CANONADES	318
4.2.6.MANTENIMENT DE LES VÀLVULES	322
4.2.7.MANTENIMENT DE LA CALDERA	323
4.2.8.PROTECCIÓ CONTRA EL GEL I LA FALTA DE CIRCULACIÓ D'AIGUA	324
4.2.9.REGULACIÓ I CONTROL.....	325
4.3. FULLS D'ESPECIFICACIONS	327



4.1. NORMATIVA

La instal·lació projectada ha de complir les següents normes i reglaments i, a més, la reglamentació vigent en el moment de realització de la instal·lació.

- UNE 157001:2002: Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic HE Estalvi d'energia.
- Codi Tècnic de l'Edificació – Document Bàsic Seguretat Estructural.
- Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i Instrucciones Técnicas Complementarias.
- NBE-CT-79: *Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios.*
- UNE 100030 IN: *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.*
- Normes UNE-EN: *Sistemas solares térmicos i componentes.*
- Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions de calefacció, ACS i col·lectors solars tèrmics.
- UNE 100155:2004: *Diseño y cálculo de sistemas de expansión.*
- Normes UNE-EN ISO: *Dibuix tècnic.*
- Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86).
- Reial Decret del 30 de setembre de 1998. *Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu 1.302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.*
- Reglamento de aparatos a presión (RAP).
- Ordenances de Seguretat i Higiene en el Treball (OSHT).
- Llei de Protecció de l'Ambient Atmosfèric (LPAA).



4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA

En aquest apartat s'indiquen les proves finals de recepció de la instal·lació i les operacions bàsiques de manteniment a efectuar en els diferents elements de l'equip, sense oblidar altres operacions que puguin ser convenientes tenint en compte les característiques específiques de disseny i construcció.

Les recomanacions del fabricant dels col·lectors solars que s'utilitzaran en el present projecte, TAKAMA T2-INOX TRIDIMENSIONAL, bàsicament són: una instal·lació en un lloc lliure d'ombres, amb la orientació i la inclinació indicades pel projectista i fixats sobre una superfície estable i sòlidament ancorada.

Les unions del grup de captadors a les canonades del circuit primari deuran realitzar-se de forma que les dilatacions del material no hi produeixin esforços. Els captadors solars exposats al sol (plens o buits) poden arribar a temperatures elevades, per lo que caldrà prendre les precaucions necessàries per evitar cremades, especialment durant els treballs de muntatge de la instal·lació. Durant la posta en marxa de la instal·lació solar es prestarà especial atenció a l'emplenat del circuit primari, evitant la formació de bosses d'aire que podrien impedir la correcta circulació del fluid caloportador pels col·lectors.

4.2.1. MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA

4.2.1.1. Posta en marxa

Per tal de garantir l'eficient aprofitament de l'energia solar, i garantir també una llarga vida útil als components de la instal·lació, és de gran importància el procés de posta en marxa i la seva correcta realització.

Primerament, quan estiguin connectats tots els elements del circuit primari d'energia solar, es procedeix a omplir la instal·lació, de manera que la pressió de l'aigua de xarxa no superi 450 kPa, introduint alhora el líquid anticongelant en el circuit, deixant oberts els purgadors manuals oberts.

Després es programa la central electrònica de regulació segons les condicions establertes.



Finalment, es regula el cabal circulant per la instal·lació mitjançant els manòmetres corresponents, segons instruccions del fabricant, i respectant la normativa en vigor.

4.2.1.2. *Manteniment*

El propietari, o usuaris de la instal·lació, han de fer-se càrrec o participar activament en les tasques de manteniment. Caldrà doncs que conegui els diferents components de la mateixa per saber-ne detectar possibles problemes de funcionament. És aconsellable portar un seguiment per escrit de les operacions de manteniment realitzades, per tal de tenir un millor control de la instal·lació i del compliment del rendiment estimat.

Dintre del manteniment, existeix el que s'anomena Pla de Vigilància, que consisteix en les operacions que permeten assegurar que els valors operacionals de la instal·lació són correcte. És un pla d'observació simple dels paràmetres funcionals, per verificar-ne el correcte funcionament. Les operacions bàsiques es desglossen a la Figura 4.1, extreta del document bàsic d'estalvi d'energia del CTE.

Fig. 4.1. Pla de vigilància

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Cal comprovar el correcte funcionament i situació de les sondes de temperatura, de la sonda d'irradiació i dels manòmetres, assegurant que la mesura que proporcionen és fiable. Cada cert temps, és recomanable simular diferents estats de la instal·lació, “enganyant” la central de regulació, per comprovar la correcta seqüència i l'actuació dels diferents equips.



Les vàlvules de seguretat i el vas d'expansió són els equips que garantiran el bon funcionament de la instal·lació per les sobrepressions originades en altes temperatures. És recomanable verificar el seu estat i correcte funcionament, comprovant els nivells de pressió al circuit i a la cambra de gas del vas d'expansió.

L'estat dels col·lectors solars es revisarà observant si han patit algun canvi o existeixen diferències entre ells. Convé observar, també, l'aparició de condensacions de corrosió o deformació de l'absorbidor, corrosió, deformació o aparició de fugues en les connexions, l'estat dels cargols i del material de les estructures. En cas necessari de manipulació dels tubs d'unió, caldrà fer-ho amb molta cura, evitant introduir-los massa.

És molt recomanable netejar periòdicament els vidres dels col·lectors solars, acció que ajudarà a extreure'n el màxim rendiment.

Per no tenir pèrdues de fluid en el circuit primari, no hi ha d'haver cap via possible de fuga, de manera que, un cop la instal·lació està en funcionament, i sense l'existència d'aire en el circuit, els purgadors han de mantenir-se tancats. En cas de dubte, una prova de pressió determinarà si l'estanqueïtat en el circuit és total. Mitjançant la comprovació visual de l'aïllament exterior de les canonades i dels dipòsits d'acumulació es pot detectar si ha existit alguna fuga, cosa que serà ratificada en cas d'existència d'humitats en l'aïllament exterior.

Les vàlvules de regulació de cabal (vàlvules d'equilibrat), situades als retorn de les files de col·lectors, han d'estar en la posició adequada que garanteixi el cabal nominal del projecte, assegurant que queden bloquejades contra possibles manipulacions.

Respecte al manteniment del fluid caloportador s'ha de saber que l'anticongelant té una doble funció: evitar la congelació de l'aigua a les canonades en el cas de baixes temperatures, i a més, mitjançant una sèrie d'additius, protegir el bon estat de les canonades i equips enfront les elevades temperatures. Per això requereix un perfecte estat, l'anticongelant, i que no es perdin o s'alterin les seves propietats. L'anticongelant s'altera perquè es contamina per l'aigua, pel desgast dels metalls, per l'aire i per la calor, que el degrada. El seguiment de l'estat de l'anticongelant s'ha de realitzar mesurant la densitat i el pH, comparant-lo amb el valor registrat en el moment d'emplenat inicial del circuit.



Al document bàsic d'estalvi d'energia del CTE es determinen les operacions de manteniment preventiu que cal realitzar en les instal·lacions d'energia solar tèrmica, la periodicitat mínima establerta i observacions en relació amb les prevencions a controlar. Aquestes es poden observar a les Figura 4.2 fins 4.7.

El manteniment correctiu es basa en les operacions de reparació, substitució i altres, que han de permetre mantenir el normal funcionament de la instal·lació dins dels límits establerts pel fabricant.

Aquestes operacions es faran amb prioritat i en el menor temps possible, anotant la fallada, la posterior solució adoptada i la persona que la realitza. Algunes de les fallades més comuns:

- ✗ Fallada en l'estanqueïtat del circuit primari.
- ✗ Humitat o condensacions dins dels col·lectors.
- ✗ Mal funcionament dels elements electromecànics.
- ✗ Baixa producció del sistema.
- ✗ Aparició d'oxidacions.

Fig. 4.2. Operacions de manteniment i periodicitat del sistema de captació.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original.
		IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Fig. 4.3. Operacions de manteniment i periodicitat d'acumulació.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

**Fig. 4.4. Operacions de manteniment i periodicitat del sistema d'intercanvi.**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Fig. 4.5. Operacions de manteniment i periodicitat del circuit hidràulic.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

⁽¹⁾ IV: inspección visual
⁽²⁾ CF: control de funcionamiento

Fig. 4.6. Operacions de manteniment i periodicitat del sistema elèctric i de control.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Fig. 4.7. Operacions de manteniment i periodicitat del sistema d'intercanvi.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Nota: Per instal·lacions de menys de 20 m² de captació, les tasques del pla de manteniment que tenen una freqüència de 6 i 12 mesos es realitzaran conjuntament.



4.2.1.3. Seguretat

Per evitar les cremades que pot ocasionar el fet de treballar a temperatures elevades, la instal·lació s'haurà d'aïllar degudament per evitar contactes amb superfícies calentes. Si aquest aïllament no és possible, s'assenyalarà la zona amb per tal que la persona que manipuli la instal·lació tingui present el risc al que està exposat.

Per la manipulació d'elements connectats amb la corrent elèctrica, primer s'haurà de tallar l'alimentació de l'element i assegurar-nos de que no pugui ser connectada accidentalment. S'haurà d'aïllar correctament tots els possibles borns o elements elèctrics que puguin ocasionar contacte amb alguna persona o amb algun element pròxim.

La col·locació de l'estructura de suport i dels col·lectors solars (a la coberta del edifici) es realitzaran amb les mesures de seguretat necessàries per evitar possibles caigudes de l'operari o d'algun element físic que pugui ocasionar danys personals a tercers.

Els treballs realitzats durant la instal·lació i la posta en funcionament de l'equip solar, haurà de ser realitzada per personal qualificat, responsable de prendre les mesures de precaució corresponents per minimitzar riscos i situacions de perill.

En cas de trencament del vidre d'algun col·lector, el més recomanable serà baixar tot el col·lector al terra per evitar manipular vidres trencats al sostre de la casa, sobretot en condicions climatològiques desfavorables, com vent, pluja,...

Cal parar especial atenció en no ingerir ni vessar productes químics o inhibidors de la corrosió, com la solució anticongelant. Els envasos d'aquests productes aniran degudament etiquetats per preveure'n un mal ús.

En cas de que algú pugui tenir contacte directe amb aquests productes s'esposen una sèrie de recomanacions que cal tenir en compte:

Mesures de primers auxilis:

- ☒ Ulls: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, movent amb freqüència les parpelles. Si la irritació augmenta, cal acudir a un metge.



- ☑ Pell: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, mentre es treu la roba i les sabates contaminades. S'ha d'acudir a un metge si la irritació augmenta i persisteix.
- ☑ Ingestió: pot causar irritació gastrointestinal amb nàusees, vòmits i diarrea. S'ha de beure aigua en abundància. Si els símptomes persisteixen, cal acudir a un metge.
- ☑ Inhalació: sense conseqüències. En cas de malestar, evitar l'exposició a la substància i ventilar amb aire fresc.

Mesures de transport:

- ☑ Vessament accidental, fugues: absorbir el vessament amb un material inert (serradures, sorra o terra), i posteriorment dipositar-ho en el contenidor adequat.
- ☑ Manipulació: rentar-se a consciència amb aigua i sabó després de la manipulació. Utilitzar amb ventilació adequada.
- ☑ Emmagatzematge: guardar en un lloc fresc i sec. Utilitzar un recipient tancat hermèticament. El producte s'ha de conservar en el seu contenidor original i aquest ha d'estar degudament etiquetat.

Protecció individual:

- ☑ Ulls: cal dur ulleres de protecció adequades.
- ☑ Pell: és necessari portar guants adequats per evitar el contacte amb la pell.
- ☑ Roba: portar mudes de protecció adequades per prevenir l'exposició de la pell.

4.2.1.4. Prevenció de la legionel·la

La legionel·la és una bactèria, *Legionella Pneumophila*, que forma part de l'entorn aquàtic natural, essent capaç de sobreviure a condicions ambientals extremes: temperatures entre 5,7°C i 63°C; pH entre 5,5 i 8,1; oxigen dissolt entre 0,3 i 9,6 ppm i una conductivitat de 18-106 ms/cm.



La via d'infecció per les persones és mitjançant la inhalació de la legionel·la fins els pulmons, i encara que per això no es necessiten grans concentracions d'aquesta, això només succeeix quan la bactèria es troba en unes condicions adequades per la seva reproducció a gran escala.

La bactèria té un elevat creixement entre 20°C i 45°C, sent òptim entre 37°C i 41°C, i mor a temperatures superiors a 70°C. Per tant, els sistemes de preparació centralitzats d'ACS amb acumulació estan entre els de major risc. Encara que no en el present projecte no es tracta amb un d'aquests sistemes, sempre es necessària una certa prevenció per evitar que aquesta bactèria proliferi en els sistemes d'aigua calenta.

Mesures de prevenció per la legionel·la:

- ☑ Per evitar riscos, segons normes UNE, la temperatura d'acumulació haurà de ser de com a mínim 55°C, sent més recomanada 60°C. El sistema d'escalfament haurà de poder arribar a temperatures de l'aigua de fins 70°C de forma periòdica, per a la seva pasteurització quan sigui necessari. La temperatura de l'aigua de distribució no podrà ser inferior a 50°C, en el punt més llunyà del circuit o a la canonada de retorn a l'entrada del dipòsit. Aquesta temperatura és un compromís entre la necessitat d'oferir un nivell de temperatura acceptable per a l'usuari, per prevenir el risc de cremades, i la necessitat d'aconseguir la temperatura necessària per reduir la multiplicació bacteriana.
- ☑ Cal netejar i desinfectar un cop l'any la instal·lació, i a més, abans de la posta en marxa inicial i després d'una parada llarga, o quan en una revisió rutinària es consideri necessari per indicis d'algun brot.
- ☑ La desinfecció tèrmica es farà elevat la temperatura de l'aigua de tot el circuit fins 70°C o més, inclosos els dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades i el punt més allunyat de subministrament, i mantenir-lo en aquestes condicions durant un mínim de dos hores. Per això, s'haurà de deixar córrer eventualment l'aigua de les aixetes fins aconseguir que durant 5 minuts surti d'elles l'aigua a la màxima temperatura (Norma UNE 100.030-2001.IN).



4.2.1.5. Canvi de temporada

Donat que el funcionament de la instal·lació en general és diferent a l'estiu que a l'hivern, cal definir unes operacions que s'hauran de realitzar al final de cadascun dels dos períodes preestablerts: temporada d'hivern i temporada d'estiu.

Es defineix la temporada d'hivern com el període que va des de l'1 d'octubre fins al 30 d'abril, ambdós inclosos, i temporada d'estiu com el període que va des de l'1 de maig fins al 30 de setembre. No obstant, les dates de canvi de temporada es podran avançar o retardar segons les necessitats de l'usuari i/o les condicions climàtiques.

Canvi d'hivern a estiu:

Les operacions de canvi de temporada d'hivern a estiu van encaminades a tancar tots els col·lectors, excepte un, ja que les necessitats d'energia tèrmica a l'estiu es limiten al consum d'ACS. Les operacions a realitzar són les següents:

- ☒ Assegurar-se que la bomba de circulació B-01 està desconnectada del corrent elèctric.
- ☒ Obrir la vàlvula de buidat VB-03 per buidar completament la instal·lació.
- ☒ Assegurar-se que els purgadors P-01 i P-02 estan oberts quan es buidi el fluid a través de les vàlvules VB-01 i VB-02.
- ☒ Tancar les vàlvules de tall VT-01, VT-02, VT-08 i VT-09.
- ☒ Obrir les vàlvules de buidat VB-01, VB-02 per acabar de buidar la part superior de la instal·lació.
- ☒ Tancar les vàlvules de tall VT-13 i VT-14.
- ☒ Obrir les vàlvules de tall VT-09 i VT-01.
- ☒ Reomplir el circuit amb la mescla adequada a través de les vàlvules VT-19 i VT-20, assegurant-se que el purgador P-01 està obert i introduint el fluid caloportador a la pressió establerta.
- ☒ Programar la centraleta de regulació CR-01 per a la temporada d'estiu.
- ☒ Connectar la bomba de circulació B-01.



- ☒ Comprovar el correcte funcionament de la bomba (soroll, vibracions).
- ☒ Comprovar la pressió en els manòmetres M-02 i M-03.
- ☒ Ajustar la vàlvula d'equilibrat VE-01 en cas de cabal insuficient o excessiu.
- ☒ Comprovar que la temperatura de la sonda T-01 és adequada.
- ☒ Comprovar el funcionament del purgador P-01.
- ☒ Obrir alguna aixeta d'aigua calenta de l'habitatge per comprovar que la instal·lació solar aporta energia tèrmica al tanc d'ACS.

Canvi d'estiu a hivern:

- ☒ Assegurar-se que la bomba de circulació B-01 està desconnectada del corrent elèctric.
- ☒ Obrir les vàlvules de tall VT-08 i VT-09.
- ☒ Obrir les vàlvules VT-13 i VT-14.
- ☒ Acabar d'omplir el circuit amb la mescla adequada a través de les vàlvules VT-19 i VT-20, assegurant-se que els purgadors P-01 i P-02 estan oberts, i introduint el fluid caloportador a la pressió establerta a la memòria.
- ☒ Programar la centraleta de regulació CR-01 per a la temporada d'hivern.
- ☒ Connectar la bomba B-01.
- ☒ Comprovar el correcte funcionament de la bomba (soroll, vibracions).
- ☒ Comprovar la pressió en els manòmetres M-01, M-02 i M-03.
- ☒ Ajustar les vàlvules d'equilibrat VE-01 i VE-02 amb els valors establerts a la memòria.
- ☒ Comprovar que la temperatura de la sonda T-01 és adequada.
- ☒ Comprovar el funcionament dels purgadors P-01 i P-02.
- ☒ Obrir alguna aixeta d'aigua calenta de la vivenda per comprovar que la instal·lació solar aporta energia tèrmica al tanc d'ACS.



- ☑ Comprovar que el sistema de calefacció pot funcionar sense aportació de la caldera, només amb energia solar.
- ☑ Verificar que la temperatura dels tancs s'assoleix amb normalitat, i que en arribar al màxim dissenyat es fa by-pass a través de l'electrovàlvula segons ordres de la centraleta de regulació.

4.2.1.6. Medi ambient

El propilenglicol és una substància de caràcter innocu pel medi ambient, que no suposa cap perill per a la salut de les persones ni d'altres éssers vius i que es biodegrada en 30 dies. No obstant, caldrà evitar-ne vessaments incontrolats i en cas de fuga s'haurà de solucionar immediatament l'anomalia, aturant el funcionament de la instal·lació solar.

En cap cas s'abocarà cap tipus de fluid amb una temperatura superior als 95°C, temperatura a la que està calibrada la vàlvula de buidat del dipòsit acumulador. Un fluid a aquesta temperatura en quantitats controlades no suposa cap perill, tenint en compte que tan sols es preveu la possibilitat d'arribar a la temperatura de buidat durant els mesos de juliol i d'agost.

El fet d'utilitzar energia solar per escalfar aigua, evita que s'utilitzi una altra forma d'energia contaminant, i de la mateixa manera s'evita indirectament la dissipació del diòxid de carboni (CO₂) que s'expulsaria a l'atmosfera, cosa que ens fa col·laborar amb el Protocol de Kyoto, representant una petita millora a escala global, però sent un gran pas per una situació energètica més sostinguda que l'actual, on el us d'energies renovables sigui més elevat, reduint així les dosis de gasos d'efecte hivernacle cap a l'atmosfera, i contribuint a la millora del medi ambient.

4.2.2. MANTENIMENT DE LES BOMBES DE CIRCULACIÓ

4.2.2.1. Posta en marxa

La bomba no s'ha d'instal·lar abans d'haver finalitzat els treballs de soldadura i neteja de les canonades. S'ha d'instal·lar en un lloc de fàcil accés, sense que hi hagi tensió,



amb el motor en posició horitzontal i tenint en compte la fletxa situada en la carcassa que indica la direcció del fluid.

La connexió elèctrica l'ha de realitzar un electricista qualificat.

S'ha d'introduir la mescla llesta per al seu ús, no utilitzar la bomba per fer la mescla. La cambra del rotor es purga automàticament després d'un breu període de funcionament. Un breu període de funcionament en sec no malmet la bomba.

S'ha de connectar la bomba breument per comprovar si el sentit de gir coincideix amb el de la fletxa de la carcassa de la bomba. Si no coincideix cal procedir de la següent forma:

- ☒ En cas d'arranc directe → cal intercanviar les fases en el taulell dels borns del motor.
- ☒ En cas d'arranc estrella-triangle → cal intercanviar en el taulell dels borns del motor els principi i final de dos bobines.

Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors establerts a la memòria del projecte.

4.2.2.2. Manteniment

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància. En el cas de que s'hagi de canviar, s'haurà de reemplaçar en la seva totalitat.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig. Cal tenir cura de no malmetre la junta del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

4.2.3. MANTENIMENT DELS DIPÒSITS D'ACUMULACIÓ

S'ha de comprovar periòdicament el bon funcionament de la vàlvula de seguretat. Aquesta operació pot ser realitzada per l'usuari instruït per l'instal·lador.



En cas de gelades, es imprescindible buidar el dipòsit.

Un cop a l'any s'ha de revisar tota la instal·lació per l'instal·lador, comprovant-ne el funcionament, netejant l'interior de l'aparell.

4.2.4. MANTENIMENT DEL VAS D'EXPANSIÓ

La funció d'un vas d'expansió es mantenir en el punt més alt del circuit una pressió major que l'atmosfèrica per evitar l'entrada eventual d'aire al circuit a través de les juntes o unions.

Si la instal·lació està dotada d'un vas d'expansió tancat, s'ha de comprovar (a bomba parada) que la pressió mínima, (temperatura més baixa), sigui igual almenys a l'alçada del punt més alt de la instal·lació més un marge de sobrepressió de l'ordre de 2 metres de columna d'aigua, a fi d'evitar que qualsevol punt del circuit pugui quedar a pressió menor que l'atmosfèrica. S'ha de comprovar també, que quan la temperatura de l'aigua és la més alta possible, la pressió màxima a la que s'arriba és inferior a la màxima pressió de funcionament de l'element o equip que la tingui més baixa en tota la instal·lació, i que a la vegada és inferior a la pressió de tara de la vàlvula de seguretat. De no complir-se aquest requisit el volum del vas és petit, i s'ha de substituir per un altre més gran o col·locar-n'hi un altre en paral·lel amb l'existent.

El vas d'expansió obert s'haurà d'instal·lar a una cota geomètrica de l'ordre de 2 metres superior a la del punt més alt del circuit. Si el vas és de volum reduït, quan l'aigua es dilati per efecte de la temperatura es perdrà a través del rebossat. Al refredar-se es produirà una reposició d'aigua d'idèntica quantitat a la pèrdua, amb el consegüent perill de corrosió e incrustacions.

4.2.5. MANTENIMENT DE LES CANONADES

Les canonades tenen la missió d'establir una xarxa que permeti la circulació del fluid caloportador des de la central de producció de fred o calor fins les unitats terminals i el seu retorn cedida o absorbida la quantitat de calor precisa. Els materials més utilitzats són acer negre, acer galvanitzat, coure, PVC, plàstics especials (polietilè, etc.).



El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

✦ **Corrosió**

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de canonades quan aquestes són construïdes amb materials metàl·lics. La corrosió interior està motivada fonamentalment per l'oxigen dissolt a l'aigua.

Lògicament en circuits tancats hermèticament la corrosió s'elimina consumir-se l'oxigen present en l'aigua, però, en circuits oberts, la corrosió continua amb l'aportació continua d'oxigen, fins arribar a la perforació de la canonades. Tot i això, en circuits d'aigua refrigerada o calenta no es presenten grans problemes usuls de corrosió.

Les canonades enterrades, estan exposades a la corrosió, en especial en terrenys humits i de naturalesa àcida, per lo que han d'estar aïllades del terreny per mitjà de suports o enfundades amb una coberta estanca a l'aigua. En ambdós casos, és preceptiu que la galeria per on passi la canonada estigui convenientment drenada.

✦ **Incrustacions**

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonada i altres elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix calentament del fluid, incrustacions que van obstruint-los poc a poc. Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció d'aigua de reposició.

En circuits oberts, com el d'aigua sanitària, on no es pot evitar l'entrada d'aigua de reposició, per evitar les incrustacions és convenient tractar l'aigua, abans de la seva introducció al circuit.

Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeixen incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primer poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica. En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de canonades es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb



substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc.

A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta.

Una altra manera per tractar les incrustacions i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonades de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses fàcilment eliminables a les zones de menor velocitat de l'aigua.

Les incrustacions, apart de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeixen un efecte d'aïllament tèrmic que redueix l'intercanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc a la destrucció de l'equip per sobrecaentament, com és el cas de calderes. Es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució de la calor útil transferida, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

✦ **Cops d'ariet**

Aquest fenomen es presenta sovint en instal·lacions d'aigua sanitària, i té lloc quan un corrent líquid canvia bruscament de velocitat. Si el fenomen es produeix a causa del tancament ràpid d'una vàlvula, cal col·locar un limitador de la velocitat de tancament o instal·lar-se cambres d'aire per absorbir les sobrepressions produïdes a la xarxa.

✦ **Estanqueïtat**

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició. És fonamental la unió de canonades i elements de la xarxa, que pugui realitzar-se mitjançant unions roscades o brides.

El primer cas, que s'utilitza usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid.



La unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament. Les dos brides han d'estar construïdes sota les especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema.

Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització). Les primeres poden suportar temperatures de l'ordre de 120°C i les segones de fins 400°C.

Un punt important és la pressió que s'ha d'exercir sobre la junta, ja que d'ella depèn realment l'estanqueïtat del sistema. A les juntes de goma s'ha d'arribar, almenys, pressions de 275 bars i de 800 bars per les d'amiant.

✦ **Suports i dilatacions**

Com s'ha comentat anteriorment, una xarxa de canonades ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura. Cal assenyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonada, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement. Els punts fixes han d'estar ancorats fortament a l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punt fixes un element que permeti la dilatació o contracció de la canonades, espaïant-se els suports de manera que no es superi el valor de 0,2% de la fletxa de la canonada. La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixes, pot aconseguir-se mitjançant la col·locació de rodets entre canonada i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles.

És evident que les canonada han d'estar dotades de suports a cada costat dels elements de gran pes que poden anar intercalats a la xarxa.

Una altra font de soroll a les canonades pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, que podem resoldre mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa. El soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a la instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades.

Caldrà col·locar suports a les canonades de plàstic, ja que la dilatació d'aquest tipus de material és molt superior a la de les canonades d'acer, a iguals de condicions.



✚ Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que es fonamental per l'estalvi d'energia. Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

- ☒ Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball.
- ☒ Resistir els esforços mecànics normals.
- ☒ Estar fermament units a la superfície recoberta per aïllament.
- ☒ Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes.
- ☒ Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales.
- ☒ Protecció exterior contra la penetració d'aigua.
- ☒ Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient.

Un bon manteniment consisteix fonamentalment a la correcció immediata dels defectes que poden alterar les característiques anteriorment anomenades, així com en aïllar tots aquells elements de la instal·lació que no ho estiguin, sent convenient que aquests aïllaments siguin desmuntables a fi de poder procedir a una eventual reparació sense necessitat de danyar irreparablement l'aïllament.

4.2.6. MANTENIMENT DE LES VÀLVULES

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, i consisteix en les següents operacions bàsiques:

- ☒ Lubricar la rosca del cargol.
- ☒ Canviar l'empaquetadura.
- ☒ Canviar la junta del seient.
- ☒ Esmerilar l'obturador sobre el seient.



Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

4.2.7. MANTENIMENT DE LA CALDERA

4.2.7.1. Posta en marxa i manteniment

Respecte a la posta en marxa i manteniment de la caldera, les operacions corresponents es faran seguint instruccions del fabricant i instal·lador.

Abans de fer funcionar la caldera, caldrà assegurar-se de que la clau de pas de gas estigui oberta així com les claus de manteniment i d'aigua freda.

La pressió de l'aigua de calefacció haurà de estar entre 1 i 2 bars, de tal manera que si excedís els 3 bars a la temperatura de calefacció màxima, la vàlvula de seguretat s'activaria. Si la pressió és menor de 1 bar, caldrà reomplir d'aigua fins superar aquesta pressió.

La regulació de la calefacció es farà a través del termòstat ambient, situat dins la casa.

L'usuari ha d'efectuar un manteniment i control periòdic de l'aparell, a més de ser el responsable de la seguretat i compatibilitat amb el medi ambient de la instal·lació.

Com a mínim, l'aparell ha de rebre un manteniment per personal qualificat una vegada a l'any.

4.2.7.2. Indicacions de seguretat

En cas d'olor a gas:

- ☒ Tancar la clau del gas.
- ☒ Obrir les finestres.
- ☒ No connectar cap interruptor elèctric.
- ☒ Apagar les possibles flames.
- ☒ Trucar, des d'un altre punt, a la companyia de gas i a un tècnic autoritzat.



En cas d'olor a gasos cremats:

- ☒ Desconnectar l'aparell.
- ☒ Obrir les finestres i portes.
- ☒ Avisar un instal·lador.

En cas de modificació de l'emplaçament o altres modificacions:

- ☒ Muntatge i modificació de l'aparell només poden efectuar-se per un tècnic autoritzat.
- ☒ Els conductes de gasos cremats no es poden modificar.

Altres:

- ☒ No emmagatzemar ni utilitzar matèries inflamables en les proximitats de l'aparell.

4.2.8. PROTECCIÓ CONTRA EL GEL I LA FALTA DE CIRCULACIÓ D'AIGUA

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques externes, les solucions més comuns són:

1. Buidar l'aigua de la instal·lació.
2. Introduir substàncies anticongelants per augmentar el punt de solidificació de la mescla fins temperatures extremes no assolides normalment per l'ambient.
3. Escalfar l'entorn de l'equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador.

La primera solució no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no poden dissenyar-se les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, per lo que només pot aconseguir-se, en moltes ocasions, el buidat complet amb la injecció d'aire comprimit.

En la segona solució cal tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor i augmentar la potència absorbida per la bomba.



L'última solució representa un desaprofitament energètic important. En el cas de canonades pot utilitzar-se una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i sota l'aïllament.

S'ha de considerar que els dispositius de protecció contra el gel són l'última protecció de l'equip, per lo que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat. En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de reactivar manualment i abans de ficar en funcionament la instal·lació cal esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció.

Els punts d'una instal·lació als que s'ha de prestar atenció especial degut al problema de formació de gel són:

- Bateries sobre les que pot circular aire a temperatures inferiors a 0° C.
- Canonades situades en espais no calefactats o al exterior.
- Vasos d'expansió instal·lats a la coberta de l'edifici.

S'ha de fer notar que l'aïllament tèrmic solament serveix per retardar la formació de gel, en un temps que depèn evidentment de l'espessor de l'aïllament i de les temperatures exteriors. En climes benignes pot arribar a ser una protecció eficaç.

4.2.9. REGULACIÓ I CONTROL

Donada la variació substancial que presenten els sistemes de control, no és possible donar indicacions específiques per el manteniment d'aquestes instal·lacions, per això s'inclouen a continuació normes de caràcter general. És bo recordar en tot moment la gran importància que els sistemes de regulació i control tenen en el correcte funcionament de les instal·lacions amb l'estalvi energètic.

Una primera comprovació que cal realitzar periòdicament és l'arribada del fluid d'alimentació en condicions correctes al sistema.

S'hauran de netejar periòdicament les sondes i els reguladors, ja que la brutícia pot alterar les mesures del fenomen a controlar així com el funcionament dels òrgans reguladors.






























S'haurà de comprovar usualment el correcte funcionament dels sistemes de control, actuant sobre l'element sensor o sobre el regulador i comprovant que l'actuador es mogui en el sentit correcte i entre les seves posicions extremes, i en els elements sobre els que es realitza la funció de l'actuador, vàlvules i comportes, comprovar-ne l'estanqueïtat.

Cal prestar especial atenció als aparells d'alarma i seguretat, ja que del seu bon funcionament depèn la integritat dels elements de la instal·lació i, en determinades ocasions, el propi mantenidor ha de comprovar que el punt d'acció del corresponent element es mantingui al valor fixat i que l'actuació de l'òrgan controlat sigui la correcta.



4.3. FULLS D'ESPECIFICACIONS

En aquest apartat es descriuen les especificacions dels elements constitutius de l'objecte del projecte. Aquests elements són els llistats a continuació:

-  Captador solar (Taula 4.1)
-  Grup hidràulic / Bomba de circulació del circuit primari (Taula 4.2)
-  Centraleta de regulació solar (Taula 4.3)
-  Caldera de gas (Taula 4.4)
-  Electrovàlvules de 3 vies (Taula 4.5)
-  Vàlvules d'equilibrat (Taula 4.6)
-  Vas d'expansió (Taula 4.7)
-  Sensor de radiació solar (Taula 4.8)
-  Sonda de temperatura del circuit primari (Taula 4.9)
-  Sondes de temperatura dels dipòsits (Taula 4.10)
-  Purgadors (Taula 4.11)
-  Dipòsit d'inèrcia (Taula 4.12)
-  Dipòsit d'ACS (Taula 4.13)
-  Canonades de coure (Taula 4.14)
-  Manòmetre (Taula 4.15)
-  Vàlvula de tall de bola (Taula 4.16)
-  Vàlvula antiretorn (Taula 4.17)
-  Vàlvula de seguretat (Taula 4.18)
-  Vàlvula reductora de pressió (Taula 4.19)
-  Dissipador de calor (Taula 4.20)
-  Filtre de partícules sòlides (Taula 4.21)
-  Aïllament de canonades (Taula 4.22)
-  Abraçadora (Taula 4.23)
-  Unió T amb reducció (Taula 4.24)
-  Unió T (Taula 4.25)
-  Colze 90° (Taula 4.26)
-  Cinta adhesiva (Taula 4.27)

**Taula 4.1. Full d'especificacions del captador solar.**

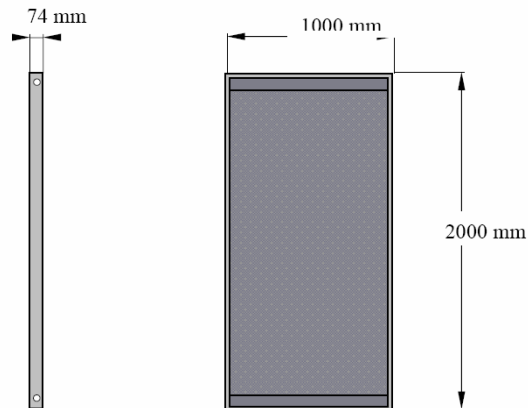
Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 2
Nom: Captador solar	Funció: Transformar la radiació solar en energia tèrmica	
Codi: CS-01 a CS-07		
Model: TAKAMA T2-INOX		
Dades tècniques: Pes del captador ple de líquid: 43,50 kg Capacitat de líquid: 1,5 kg Pressió màxima de treball: 7 bar Superfície de obertura: 1,93 m x 9,33 m = 1,80 m ² Superfície útil de captació: 2,59 m ² Corba de rendiment: $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot T^{**}$ $\text{On : } T^{**} = U_0 \cdot \frac{T_m - T_a}{I}$ Garantia: 10 anys		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: <i>Carcassa:</i> Caixa d'acer inoxidable AISI 304 (0,6 mm) soldada i emplenada de silicona termoessistent. <i>Coberta:</i> Vidre templat DURA SOLAR PRISMÀTIC de 4 mil·límetres de gruix i baix contingut en ferro. <i>Col·lector:</i> Panell de 8 tubs verticals tipus "FLAT PIPE" de coure de 10 mil·límetres de diàmetre soldats amb coure a 2 tubs horitzontals de coure de 18 mil·límetres de diàmetre. <i>Superfície absorbidora:</i> Xapa d'alumini amb 8 canals plans i 8266 semiesferes embotides. En els canals plans van encaixats els tubs "FLAT PIPE" i soldats mitjançant resistència elèctrica amb pasta termoconductora formant un sol cos. <i>Recobriments:</i> Recobriments selectius d'alt rendiment sense crom, a base d'òxid i coure		



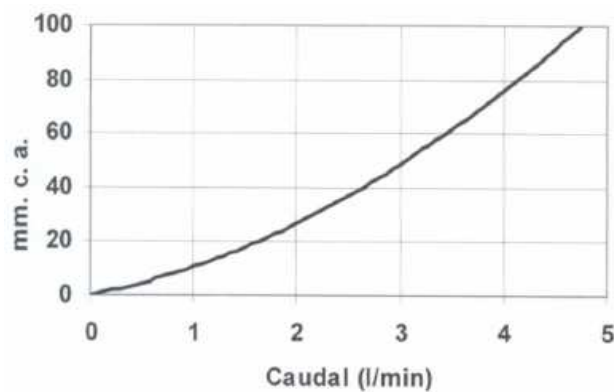
negre, magnesi i silici.

Aïllament: Manta de llana de vidre de 60 mil·límetres amb superfície d'alumini.


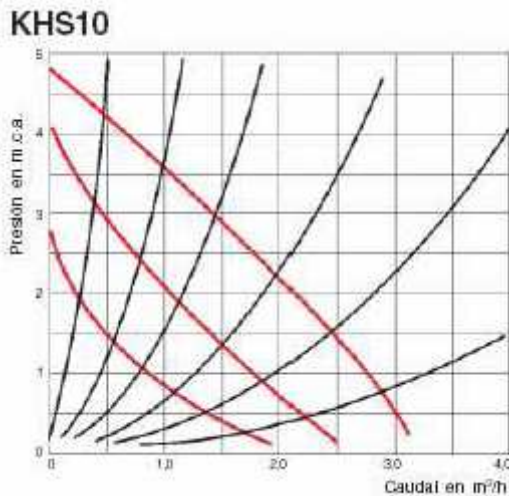
Dimensions (mm):



Caiguda de pressió:

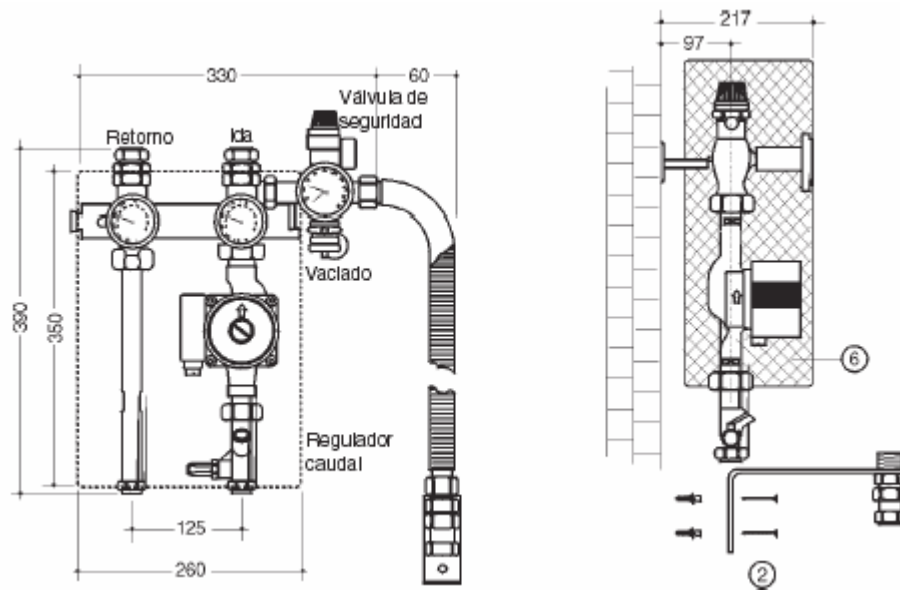


**Taula 4.2. Full d'especificacions de la Bomba de circulació del circuit primari.**



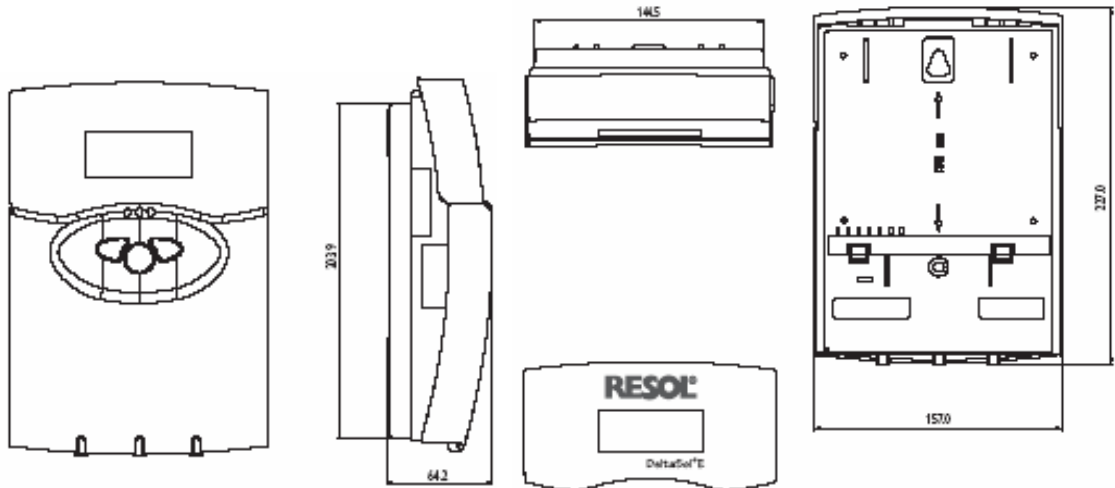
Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06															
		Full: 1 de 2															
Nom: Grup hidràulic	Funció: Impulsar el fluid caloportador pel circuit primari.																
Codi: B-01	Marca comercial: ROCA																
Model: KHS10																	
Dades tècniques: Motor de C.A. 1-230, 50 Hz, amb condensador incorporat de 2,4 F. <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Potencia</th><th>Intensidad</th></tr> <tr> <th>Velocidad</th><th>KHS10 (W)</th><th>KHS10 (A)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Máxima</td><td>65</td><td>0,28</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>46</td><td>0,20</td></tr> <tr> <td>Económica</td><td>30</td><td>0,13</td></tr> </tbody> </table> Aplicable en instal·lacions de fins 10 col·lectors.			Potencia	Intensidad	Velocidad	KHS10 (W)	KHS10 (A)	Máxima	65	0,28	Media	46	0,20	Económica	30	0,13	Esquema/Imatge: 
	Potencia	Intensidad															
Velocidad	KHS10 (W)	KHS10 (A)															
Máxima	65	0,28															
Media	46	0,20															
Económica	30	0,13															
Diagrama característic: 																	





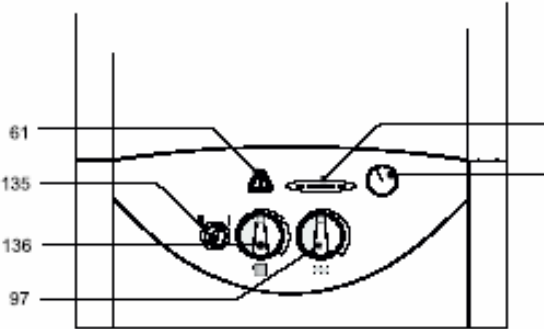
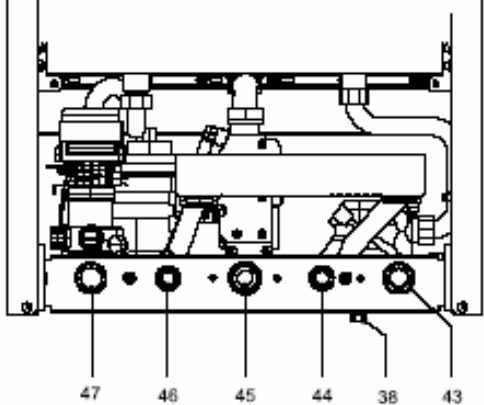
Verónica Alaminos Fernández

**Dimensions (mm):**

**Taula 4.3. Full d'especificacions de la centraleta de regulació solar.**

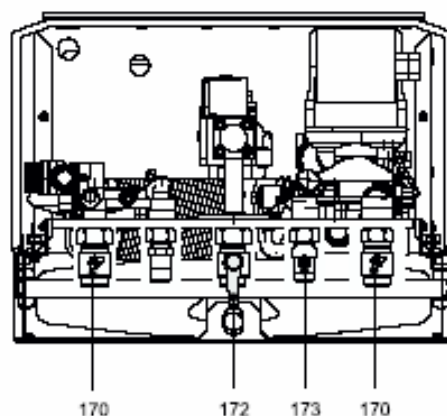
Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Centraleta de regulació	Funció: Recollir informació de les diferents sondes i regular el funcionament de la instal·lació.	
Codi: CR-1	Marca comercial:	
Model: DELTASOL		
Dades tècniques: <ul style="list-style-type: none">-Nombre d'entrades: 10-Nombre de sortides: 6-Teclat: 3 botons-Alimentació: 1~230 V/50Hz-Tipus de protecció: IP 20 (DIN 40 050)-Muntatge: mural-Entrada per sensor de radiació solar		Esquema/Imatge: 
Materials: Carcassa: PC-ABS		
Dimensions: 		

Taula 4.4. Full d'especificacions de la caldera de gas.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 2
Nom: Caldera Gas	Funció: Reforç per a l'escalfament d'ACS i per calefacció	
Codi: Caldera Gas	Marca comercial: 	
Model: EUROLINE ZW 23-1 KE		
Dades tècniques: <ul style="list-style-type: none"> - Potència útil: 22,6 kW - Mètode de producció: instantani - Pressió màxima circuit: 3 bars - Capacitat vas d'expansió: 6 litres - Pes: 28 kg - Diàmetre evacuació de gasos: 130 mm 		Esquema/Imatge: 
Dimensions (mm): 700x400x295		
Parts bàsiques: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;">   </div>		


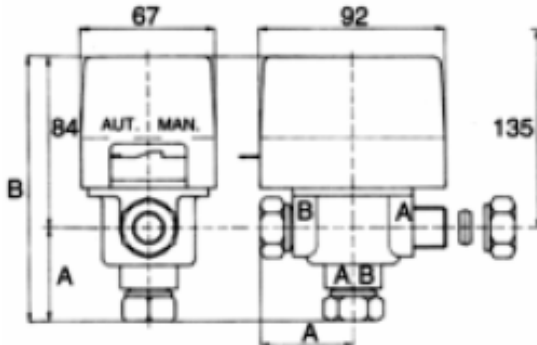


Verónica Alaminos Fernández



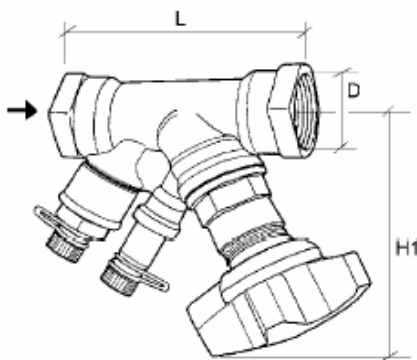


8	Termómetro	135	Interruptor principal
8.1	Manómetro	136	Termostato para circuito de ida a la calefacción
38	Punto de llenado (circuito de calefacción)	170	Llaves para mantenimiento en los circuitos de ida y retorno
43	Circuito de ida a la calefacción	172	Llave de gas (no presente en la versión para Iberia)
44	Agua caliente (entrada al acumulador)	173	Válvula de cierre de agua fría
46	Agua fría (retorno del acumulador)		
45	Gas (3/4")		
47	Circuito de retorno de calefacción		
61	Tecla de rearme		
97	Termostato para agua caliente		


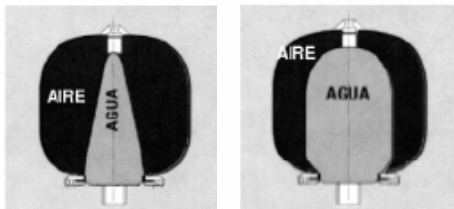
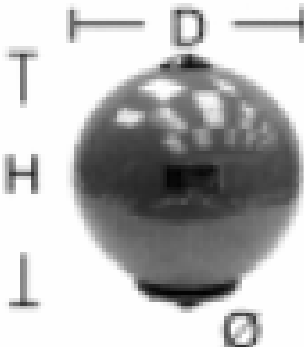
**Taula 4.5. Full d'especificacions de l'electrovàlvula de 3 vies.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Electrovàlvula de 3 vies	Funció: : Deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centralita de regulació solar.	
Codi: ET-01 a ET-03	Marca comercial: 	
Model: SF 20 EB		
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada de tres vies Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 5-6 W Grau de protecció: IP20 Temperatura de treball: de 5°C a 110°C Temperatura ambient màxima: 60°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 20s Temps de tancament màxim: 6s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 55 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes teòriques Connexions: 1"		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Coberta i cos: llautó estampat; Obturador a esfera: EPDM; Juntes: vitón; Motlle de retorn: acer inox.; Tapa servomotor: ABS		
Dimensions: A=53 i B=139 		

**Taula 4.6. Full d'especificacions de les vàlvules d'equilibrat.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																													
		Full: 1 de 1																																													
Nom: Vàlvula d'equilibrat	Funció: Equilibrar hidràulicament el circuit primari.																																														
Codi: VE-01 i VE-02	Marca comercial: 																																														
Model: STAD-20 ¾"																																															
Dades tècniques: Pre-ajustament de cabal Presses de pressió auto-estanques Connexió: ¾" Temperatura de treball: de -20°C fins a 150°C		Esquema/Imatge: 																																													
Parts i materials: Cos de la vàlvula: AMETAL (aliatge propi del fabricant resistent a la corrosió); Estanquitat del seient: pla amb junta tòrica EDPM; Estanquitat de la tija: juntes EDPM; Volant: poliamida.																																															
Dimensions:  <table><tr><th colspan="5">DIMENSIONES EN mm</th></tr><tr><th>DN</th><th>L</th><th>H1</th><th>D</th><th>Kvs</th></tr><tr><td>10/09</td><td>83</td><td>100</td><td>G3/8</td><td>1,47</td></tr><tr><td>15/14</td><td>90</td><td>100</td><td>G1/2</td><td>2,52</td></tr><tr><td>20</td><td>97</td><td>100</td><td>G3/4</td><td>5,70</td></tr><tr><td>25</td><td>110</td><td>105</td><td>G1</td><td>8,70</td></tr><tr><td>32</td><td>124</td><td>110</td><td>G1 1/4</td><td>14,2</td></tr><tr><td>40</td><td>130</td><td>120</td><td>G1 1/2</td><td>19,2</td></tr><tr><td>50</td><td>155</td><td>120</td><td>G2</td><td>33,0</td></tr></table>			DIMENSIONES EN mm					DN	L	H1	D	Kvs	10/09	83	100	G3/8	1,47	15/14	90	100	G1/2	2,52	20	97	100	G3/4	5,70	25	110	105	G1	8,70	32	124	110	G1 1/4	14,2	40	130	120	G1 1/2	19,2	50	155	120	G2	33,0
DIMENSIONES EN mm																																															
DN	L	H1	D	Kvs																																											
10/09	83	100	G3/8	1,47																																											
15/14	90	100	G1/2	2,52																																											
20	97	100	G3/4	5,70																																											
25	110	105	G1	8,70																																											
32	124	110	G1 1/4	14,2																																											
40	130	120	G1 1/2	19,2																																											
50	155	120	G2	33,0																																											



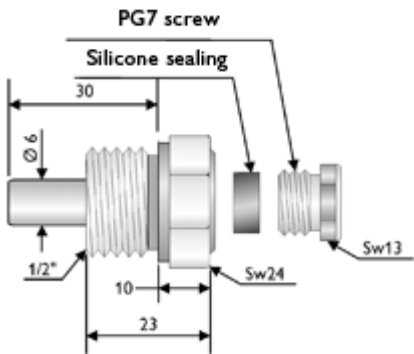
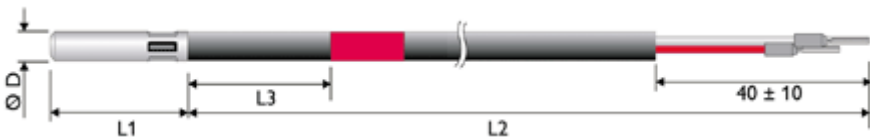
**Taula 4.7. Full d'especificacions del vas d'expansió .**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06						
		Full: 1 de 1						
Nom: Vas d'expansió	Funció: Absorbir els augments de volum produïts per l'augment de la temperatura del fluid caloportador.							
Codi: VE-1	Marca comercial: 							
Model: 5 AMR-E								
Dades tècniques: Capacitat: 5 L Pressió màxima: 10 bar Pressió de precàrrega: 1,5 bar Temperatura màxima: 110°C		Esquema/Imatge: 						
Parts i materials: Cos: Acer d'alta qualitat Membrana: Cautxú Acabat exterior: Fosfatat, pintat de color vermell i assecat al forn								
Dimensions:  <table border="1" data-bbox="989 1332 1181 1505"><tr><td>H</td><td>265 mm</td></tr><tr><td>D</td><td>200 mm</td></tr><tr><td>Ø</td><td>1"</td></tr></table>			H	265 mm	D	200 mm	Ø	1"
H	265 mm							
D	200 mm							
Ø	1"							



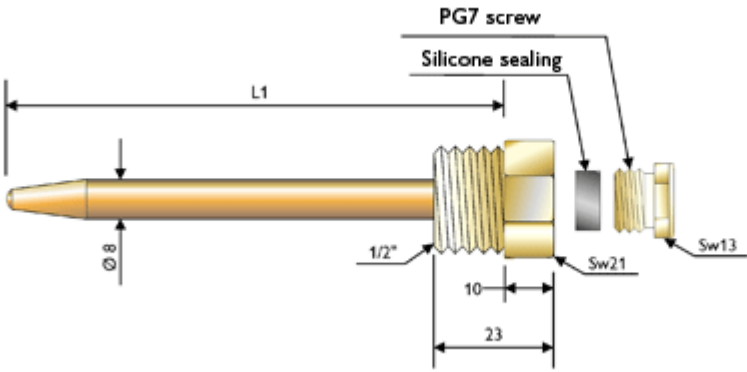

Taula 4.8. Full d'especificacions del sensor de radiació solar .

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Sensor de radiació solar	Funció: Informar a la centraleta de regulació solar sobre la quantitat de radiació solar instantània.	
Codi: I-01	Marca comercial: 	
Model: CS10		
Dades tècniques: Tipus de lectura: instantània Longitud màxima del fil de connexió: 100 m		Esquema/Imatge: 
Corbes característiques: 		



**Taula 4.9. Full d'especificacions de la sonda de temperatura del circuit primari.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Sonda de temperatura del primari	Funció: Mesurar la temperatura de retorn dels col·lectors i enviar la lectura a la centralita de regulació solar.	
Codi: T-01	Marca comercial: 	
Model: FKP 5,5 amb T28		
Dades tècniques: Tipus de sensor: PT1000 Camp de mesura: des de -10°C fins a 150°C Connexions de la T: 1" Rosca de l'allotjament del sensor: 1/2"		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Cos: bronze; Junes: silicona; Sensor: platí.		
Dimensions (mm): Allotjament del sensor: $D = 6$, $L_1 = 30$, $L_2 = 23$		
		
Sensor: $D = 5,5$, $L_1 = 28$, $L_2 = 1.472$		
		



Taula 4.10. Full d'especificacions de la sonda de temperatura dels dipòsits.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Sonda de temperatura per als dipòsits	Funció: Mesurar la temperatura del dipòsit d'inèrcia i de l'acumulador d'ACS i enviar la lectura a la centralita de regulació solar.	
Codi: T-02 i T-03	Marca comercial: 	
Model: FKP 150		
Dades tècniques: Tipus de sensor: PT 1000 Model de sensor: FKP 6 T de treball: de -50°C a 180°C Profunditat d'immersió: 150 mm Rosca: 1/2"		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Beina: coure; Sensor: platí; Juntres: silicona		
Dimensions (mm): Beina: $L_1 = 150$		
		
Sensor: $D = 6$, $L_1 = 45$, $L_2 = 1.455$		
		

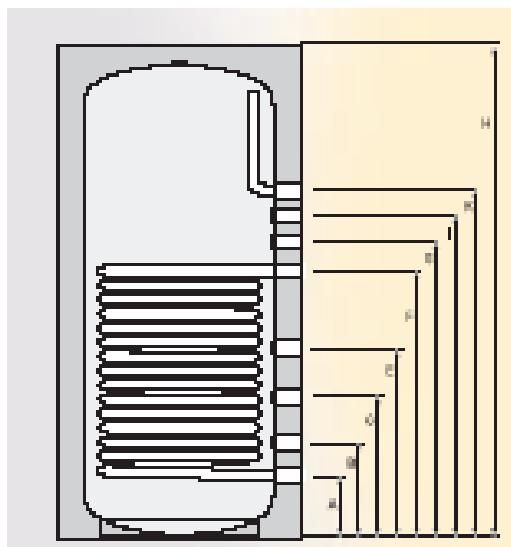
**Taula 4.11. Full d'especificacions dels purgadors.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Purgadors automàtics dels col·lectors	Funció: Eliminar les inclusions d'aire en el circuit primari per al bon funcionament de la instal·lació.	
Codi: P-01 i P-02	Marca comercial: ROCA	
Model: FLEXVENT		
Dades tècniques: Accionament de purga amb flotador. Pressió màxima de treball: 10 bar. Temperatura màxima de treball: 110°C. Instal·lació vertical. Incorpora vàlvula de tancament. Pot ser desmuntat per a manteniment del purgador sense buidar la instal·lació. Rosca 3/8''		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Llautó		
Dimensions (mm): 		



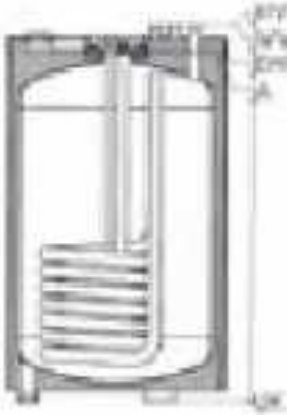

**Taula 4.12. Full d'especificacions del dipòsit d'inèrcia.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 2
Nom: Dipòsit d'inèrcia	Funció: Emmagatzemar aigua calenta procedent dels col·lectors o de la caldera, per enviar-la al circuit de calefacció	
Codi: Dipòsit d'inèrcia	Marca comercial: 	
Model: IPS/GWT 1.000 L		
Dades tècniques: Capacitat: 1.000 L Volum intercanviador: 18,9 L Bescanviador incorporat de 3 m ² Temperatura d'acumulació màxima: 95/110°C Pressió màx. de treball del dipòsit: 3 bar Pressió màx. de treball del bescanviador: 16 bar Connexions bescanviador: 1" Resta de connexions hidràuliques: 1-1/2" Connexió calefacció: 1 1/2" Pes amb aïllament: 203 kg Diàmetre sense aïllament: 800 mm Diàmetre amb aïllament: 1.000 mm		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Cos d'acer; Aïllament: poliuretà flexible de 100 mm; Tapa protectora: PVC		



Dimensions: A = 251, B = 401, C = 601, E = 801, E = 1101, G = 1201, I= 1301,
K=1401





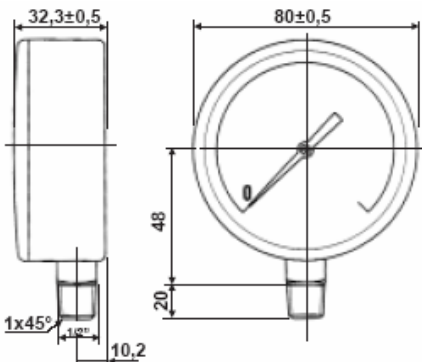
**Taula 4.13. Full d'especificacions del dipòsit acumulador d'ACS.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Dipòsit d'ACS	Funció: Acumular aigua calenta sanitària per al seu consum domèstic, a partir d'energia solar a través del bescanviador.	
Codi: Dipòsit d'ACS	Marca comercial: 	
Model: ELB200R2E		
Dades tècniques: Capacitat: 200 litres. Diàmetre amb aïllament: 540 mm. Alçada amb aïllament: 1432 mm. Pes: 85kg. Temperatura de servei ACS: 95°C. Superfície del serpentí: 0,95 m ² . Pressió de servei: 10 bar. Capacitat del bescanviador solar: 6,4 litres.		Imatge: 
Parts i materials: Dipòsit: acer vitrificat; Ànode: magnesi; Aïllant: poliuretà d'alta densitat.		
Esquema: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div>		

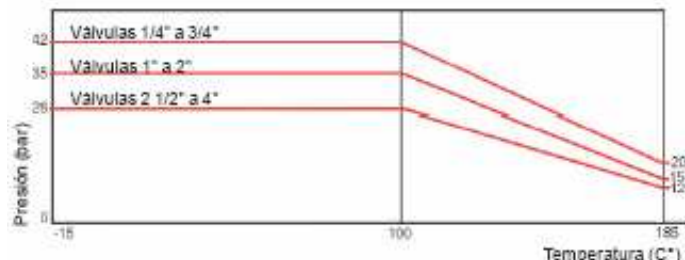

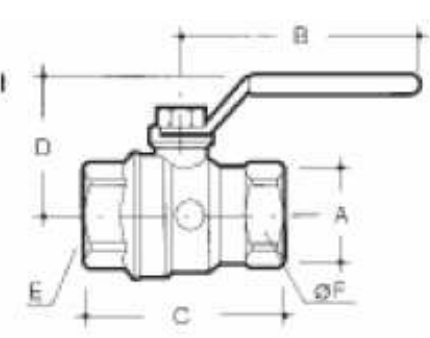
**Taula 4.14. Full d'especificacions de les canonades de coure.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																							
		Full: 1 de 1																																							
Nom: Canonades de coure	Funció: Cnduir els diferents fluids de la instal·lació.																																								
Codi: -	Marca comercial: INDUSTRIAS NACOBRE 																																								
Model: 1" i 3/4"																																									
Dades tècniques: Canonades de coure de tipus M Temple: rígid Color d'identificació: vermell Gravat (sota relleu): si Longitud del tram: 6,10 m Instal·lació: soldadura d'estany		Esquema/Imatge: 																																							
Parts i materials: Coure																																									
Dimensions: <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Diàmetre</th></tr> <tr> <th>Nominal</th><th>Exterior</th><th>Mil·límetres</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1/4</td><td>3/8</td><td>6</td></tr> <tr><td>3/8</td><td>1/2</td><td>10</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>5/8</td><td>13</td></tr> <tr><td>3/4</td><td>7/8</td><td>19</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1/8</td><td>25</td></tr> <tr><td>1 1/4</td><td>1 3/8</td><td>32</td></tr> <tr><td>1 1/2</td><td>1 5/8</td><td>38</td></tr> <tr><td>2</td><td>2 1/8</td><td>51</td></tr> <tr><td>2 1/2</td><td>2 5/8</td><td>64</td></tr> <tr><td>3</td><td>3 1/8</td><td>75</td></tr> <tr><td>4</td><td>4 1/8</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>			Diàmetre			Nominal	Exterior	Mil·límetres	1/4	3/8	6	3/8	1/2	10	1/2	5/8	13	3/4	7/8	19	1	1 1/8	25	1 1/4	1 3/8	32	1 1/2	1 5/8	38	2	2 1/8	51	2 1/2	2 5/8	64	3	3 1/8	75	4	4 1/8	100
Diàmetre																																									
Nominal	Exterior	Mil·límetres																																							
1/4	3/8	6																																							
3/8	1/2	10																																							
1/2	5/8	13																																							
3/4	7/8	19																																							
1	1 1/8	25																																							
1 1/4	1 3/8	32																																							
1 1/2	1 5/8	38																																							
2	2 1/8	51																																							
2 1/2	2 5/8	64																																							
3	3 1/8	75																																							
4	4 1/8	100																																							


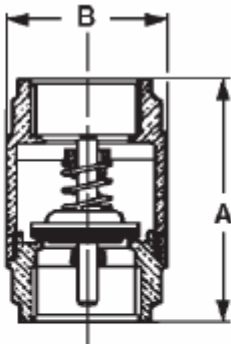
Taula 4.15. Full d'especificacions del manòmetre.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Manòmetre vertical	Funció: Mesurar la pressió diferents punts dels circuits.	
Codi: M-01 a M-05	Marca comercial: 	
Model: IM 30 503		
Dades tècniques: Manòmetre d'agulla de connexió radial Camp de mesura: 0-400 kPa Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala Connexió: 1/2" Pressió dú: <ul style="list-style-type: none"> Estàtica: 10-75% fons escala Dinàmica de servei: 10-66% fons escala Curta durada: 75-100% fons escala Temperatura ambient de treball: de -20°C a 60°C Temperatura del fluid de treball: de -20°C a 60°C Sobrepressió màxima: 125% fons escala		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Caixa: acer negre; Esfera: alumini blanc; Agulla: alumini negre; Visor: policarbonat; Element de mesura: aliatge de coure; Mecanisme: aliatge de coure; Pern de connexió: aliatge de coure.		
Dimensions: 		


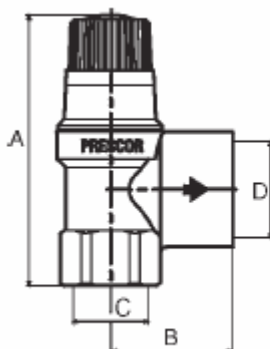
Taula 4.16. Full d'especificacions de la vàlvula de tall de bola.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																																																																																									
		Full: 1 de 1																																																																																																									
Nom: Vàlvula de tall de bola	Funció: Interrompre manualment el pas de fluids en determinats punts dels circuits.																																																																																																										
Codi: VT-01 a VT-18	Marca comercial: ROCA																																																																																																										
Model: 1" i ¾"																																																																																																											
Dades tècniques: Estanqueïtat per anells de tefló Gir de tancament i obertura de 90º Connexió femella-femella 		Esquema/Imatge: 																																																																																																									
Parts i materials: Cos: llautó estampat; Bola: llautó cromat; Arandeles antifrcció: tefló (PTFE); Premsaestopa: llautó; Junta: tefló; Palanca: acer amb tractament antioxid; Revestiment palanca: PVC roig.																																																																																																											
Dimensions: <table><tr><th>Modelo</th><th>Diámetro o rosca nominal</th><th colspan="5">Cotas mm</th><th>Unidades</th><th>Caja de cartón</th></tr><tr><th>E</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>F</th><th>KV</th><th></th></tr><tr><td>1/4"</td><td>8</td><td>44</td><td>44</td><td>27</td><td>19</td><td>6,3</td><td>20</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>10</td><td>77</td><td>49</td><td>33</td><td>21</td><td>6,7</td><td>10</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>15</td><td>77</td><td>56</td><td>36</td><td>26</td><td>12,7</td><td>10</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>20</td><td>94</td><td>63</td><td>47</td><td>32</td><td>24,6</td><td>10</td></tr><tr><td>1"</td><td>25</td><td>94</td><td>78</td><td>51</td><td>41</td><td>48,5</td><td>10</td></tr><tr><td>1 1/4"</td><td>32</td><td>94</td><td>86</td><td>56</td><td>50</td><td>98</td><td>10</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>40</td><td>136</td><td>97</td><td>69</td><td>55</td><td>140</td><td>4</td></tr><tr><td>2"</td><td>50</td><td>136</td><td>111</td><td>77</td><td>70</td><td>211</td><td>4</td></tr><tr><td>2 1/2"</td><td>63,5</td><td>187</td><td>153</td><td>111</td><td>81,8</td><td>857</td><td>2</td></tr><tr><td>3"</td><td>76,2</td><td>187</td><td>173</td><td>120</td><td>96,8</td><td>998</td><td>2</td></tr><tr><td>4"</td><td>101,6</td><td>257</td><td>216</td><td>153</td><td>121,8</td><td>2.012</td><td>2</td></tr></table> 			Modelo	Diámetro o rosca nominal	Cotas mm					Unidades	Caja de cartón	E	A	B	C	D	F	KV		1/4"	8	44	44	27	19	6,3	20	3/8"	10	77	49	33	21	6,7	10	1/2"	15	77	56	36	26	12,7	10	3/4"	20	94	63	47	32	24,6	10	1"	25	94	78	51	41	48,5	10	1 1/4"	32	94	86	56	50	98	10	1 1/2"	40	136	97	69	55	140	4	2"	50	136	111	77	70	211	4	2 1/2"	63,5	187	153	111	81,8	857	2	3"	76,2	187	173	120	96,8	998	2	4"	101,6	257	216	153	121,8	2.012	2
Modelo	Diámetro o rosca nominal	Cotas mm					Unidades	Caja de cartón																																																																																																			
E	A	B	C	D	F	KV																																																																																																					
1/4"	8	44	44	27	19	6,3	20																																																																																																				
3/8"	10	77	49	33	21	6,7	10																																																																																																				
1/2"	15	77	56	36	26	12,7	10																																																																																																				
3/4"	20	94	63	47	32	24,6	10																																																																																																				
1"	25	94	78	51	41	48,5	10																																																																																																				
1 1/4"	32	94	86	56	50	98	10																																																																																																				
1 1/2"	40	136	97	69	55	140	4																																																																																																				
2"	50	136	111	77	70	211	4																																																																																																				
2 1/2"	63,5	187	153	111	81,8	857	2																																																																																																				
3"	76,2	187	173	120	96,8	998	2																																																																																																				
4"	101,6	257	216	153	121,8	2.012	2																																																																																																				



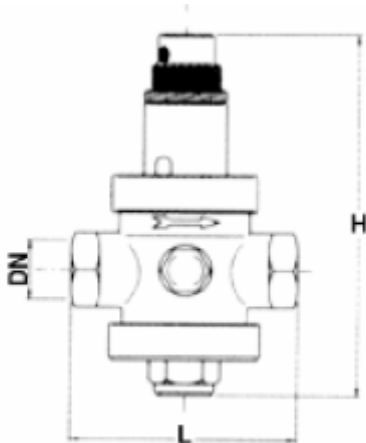
Taula 4.17. Full d'especificacions de la vàlvula antiretorn.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																			
		Full: 1 de 1																																			
Nom: Vàlvula antirretorn.	Funció: Garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics.																																				
Codi: VR-01 a VR-09	Marca comercial: ROCA																																				
Model: 1"																																					
Dades tècniques: Temperatura de treball: de 0°C a 90°C Pressió màxima: veure taula Posició de treball: qualsevol		Esquema/Imatge: 																																			
Parts i materials: Cos: llautó estampat; Èmbol: acer inox. AISI-304; Motlle: acer inox. 18/8																																					
Dimensions: 																																					
<table><tr><th>Rosca</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>A (mm)</td><td>54</td><td>57</td><td>64</td><td>75</td><td>82</td><td>93</td></tr><tr><td>B (mm)</td><td>34,5</td><td>34,5</td><td>41,5</td><td>48</td><td>60,5</td><td>71</td></tr><tr><td>Presión máxima (Kg/cm²)</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>18</td><td>18</td></tr><tr><td>Embalaje (uds./caja)</td><td>10</td><td>10</td><td>8</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>	Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	A (mm)	54	57	64	75	82	93	B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	71	Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4		
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																															
A (mm)	54	57	64	75	82	93																															
B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	71																															
Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18																															
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4																															

**Taula 4.18. Full d'especificacions de la vàlvula de seguretat.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																												
		Full: 1 de 1																												
Nom: Vàlvula de seguretat regulable.	Funció: Evitar que la pressió del circuit assoleixi un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació.																													
Codi: VS-01 a VS-03	Marca comercial: ROCA																													
Model: 1"																														
Dades tècniques: Temperatura màxima de treball: 150°C Permès l'ús en instal·lacions solars tèrmiques fins a un 50% d'anticongelant. Pressió de tarat: 6 bar		Esquema/Imatge: 																												
Parts i materials: Cos: llautó; Campana: llautó; Molla: acer tractat tèrmicament; Cargol de regulació i contrafemella: llautó.																														
Dimensions:  <table><tr><th rowspan="2">Modelo</th><th rowspan="2">Conexión</th><th colspan="2">Orificio</th><th colspan="2">Cotas en mm</th></tr><tr><th>Descarga</th><th>C</th><th>A</th><th>B</th></tr><tr><td>1/2"</td><td>1/2"</td><td>3/4"</td><td></td><td>73,0</td><td>28,5</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>3/4"</td><td>1"</td><td></td><td>94,0</td><td>42,5</td></tr><tr><td>1"</td><td>1"</td><td>1 1/4"</td><td></td><td>98,5</td><td>53,0</td></tr></table>			Modelo	Conexión	Orificio		Cotas en mm		Descarga	C	A	B	1/2"	1/2"	3/4"		73,0	28,5	3/4"	3/4"	1"		94,0	42,5	1"	1"	1 1/4"		98,5	53,0
Modelo	Conexión	Orificio			Cotas en mm																									
		Descarga	C	A	B																									
1/2"	1/2"	3/4"		73,0	28,5																									
3/4"	3/4"	1"		94,0	42,5																									
1"	1"	1 1/4"		98,5	53,0																									


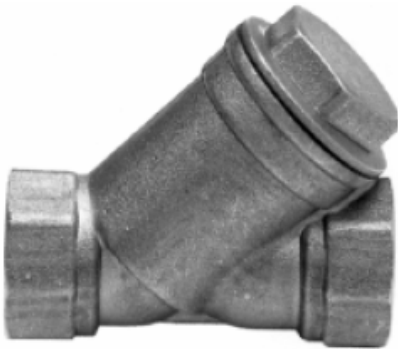
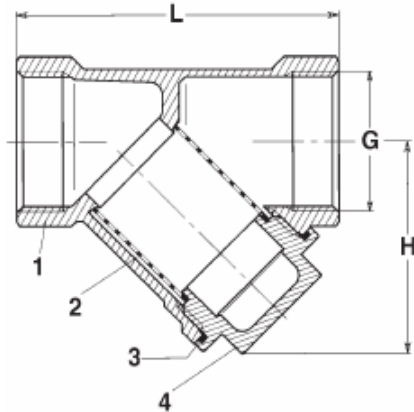
**Taula 4.19. Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Vàlvula reductora de pressió	Funció: Reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit.	
Codi: VP-01 i VP-02	Marca comercial: 	
Model: 1"		
Dades tècniques: Pressió d'entrada màxima: 25 bar Pressió de sortida regulable: de 0,5 bar a 6 bar Temperatura màxima: 80°C Presa per a manòmetre 1/4" amb tap Pes: 2550 gr.		Esquema/Imatge: 
Parts i materials: Cos: llautó estampat niquelat; Molla: acer zincat; Seient: acer inox. 18/10; Junta: vitón, Obturador: acer inox. 18/10.		
Dimensions (mm): L = 125, H = 220. 		



Taula 4.20. Full d'especificacions del dissipador d'escalfor.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Dissipador de calor	Funció: Protegir la instal·lació solar desobretemperatures.	
Codi: -	Marca comercial: 	
Model: CE 19 912		
Dades tècniques: <p>Dissipador tèrmic de calor per gravetat.</p> <p>Dissipador de 4000 W vàlvula + bescanviador.</p> <p>Té unes planxes d'emalatge que es poden utilitzar de forma opcional com a conducte rectangular obert per la cara inferior i superior, que produeix una corrent d'aire per convecció que millora el rendiment del dissipador.</p>		
Esquema/Imatge: 		
<div><div>1. Sortida dels col·lectors.</div><div>2. Impulsió a instal·lació.</div><div>3. Vàlvula termostàtica modulant.</div><div>4. Tub de by-pass.</div><div>5. Purgador automàtic.</div></div>		




Taula 4.21. Full d'especificacions del filtre de partícules sòlides.

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																					
		Full: 1 de 1																					
Nom: Filtre de partícules sòlides	Funció: Retenir les partícules sòlides a l'aspiració de la bomba de circulació i a l'entrada de l'aigua de xarxa per al bon funcionament de la instal·lació.																						
Codi: F-01 a F-03	Marca comercial: 																						
Model: 1"																							
Dades tècniques: Temperatura màxima de treball: 110°C Pressió màxima de treball: 1.600 kPa Perforació de la malla: 0,5 mm Connexió: Rosca femella BSP		Esquema/Imatge: 																					
Parts i materials: Cos: llautó; Malla: acer inoxidable; Junta plana: NBR; Tap: llautó																							
Dimensions:  <table><tr><th>G</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	H (mm)	48	48	48	56	64	72	L (mm)	55	55	70	87	96	106
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																	
H (mm)	48	48	48	56	64	72																	
L (mm)	55	55	70	87	96	106																	



**Taula 4.22. Full d'especificacions de l'aïllament de les canonades.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																
		Full: 1 de 1																																
Nom: Aïllament per canonades	Funció: Aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació.																																	
Codi: -	Marca comercial: 																																	
Model: -																																		
Dades tècniques: Temperatura d'utilització: de -45°C a 105°C Coeficient de conductivitat tèrmica: A 0°C: 0,034 W/m·°C A 10°C: 0,036 W/m·°C A 40°C: 0,039 W/m·°C Factor resist. a la difusió de vapor d'aigua:μ 5.000 Resistència al foc classe 1: M1-23727 / UNE Resistència a l'ozó: excel·lent Resistència als fongs: excel·lent Resistència als agents atmosfèrics: excel·lent Olor: neutra		Esquema/Imatge: 																																
Parts i materials: Elastòmer extruït de cèl·lula tancada nitril-PVC.																																		
Dimensions:																																		
<table><tr><th>Tipus</th><th>Diàmetre interior</th><th>Espessor (mm)</th><th>Espessor total (mm)</th></tr><tr><td>28x19</td><td>1"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>35x19</td><td>1-1/4"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>42x19</td><td>1-1/2"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>70x13</td><td>1" + 28x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>76x13</td><td>1-1/4" + 35x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x13</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x19</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>19</td><td>48</td></tr></table>			Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)	28x19	1"	19	19	35x19	1-1/4"	19	19	42x19	1-1/2"	19	19	70x13	1" + 28x19	13	32	76x13	1-1/4" + 35x19	13	32	89x13	1-1/2" + 42x19	13	32	89x19	1-1/2" + 42x19	19	48
Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)																															
28x19	1"	19	19																															
35x19	1-1/4"	19	19																															
42x19	1-1/2"	19	19																															
70x13	1" + 28x19	13	32																															
76x13	1-1/4" + 35x19	13	32																															
89x13	1-1/2" + 42x19	13	32																															
89x19	1-1/2" + 42x19	19	48																															



**Taula 4.23. Full d'especificacions de l'abraçadora.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida.		Data: 1/12/06																																													
		Full: 1 de 1																																													
Nom: Abraçadora	Funció: Subjecció de les canonades																																														
Codi: -	Marca comercial: 																																														
Model: -																																															
Dades tècniques: Resistència a la ruptura: 10 N/mm ² Allargament a la ruptura: 250% Duresa Shore A: 73 ± 3 Temperatura ambient de treball: -35°C a 100°C		Esquema/Imatge: 																																													
Materials: Acer inoxidable AISI 304 polit 2B i Elastòmer EPDM.																																															
Dimensions: <div></div> <table><tr><th>Código</th><th>Ref.</th><th>Ø máx. mm</th><th>Ø mín. mm</th><th>L mm</th></tr><tr><td>04 TF 202</td><td>AKO-1906</td><td>6</td><td>4</td><td>12,5</td></tr><tr><td>04 TF 204</td><td>AKO-1909</td><td>9</td><td>7,5</td><td>14,0</td></tr><tr><td>04 TF 205</td><td>AKO-1912</td><td>12</td><td>10,5</td><td>15,5</td></tr><tr><td>04 TF 206</td><td>AKO-1915</td><td>14</td><td>12,5</td><td>17,0</td></tr><tr><td>04 TF 207</td><td>AKO-1918</td><td>17</td><td>15</td><td>18,5</td></tr><tr><td>04 TF 208</td><td>AKO-1922</td><td>21</td><td>19</td><td>20,5</td></tr><tr><td>04 TF 210</td><td>AKO-1928</td><td>27</td><td>26</td><td>23,5</td></tr><tr><td>04 TF 211</td><td>AKO-1935</td><td>34</td><td>32</td><td>27,0</td></tr></table>			Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm	04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5	04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0	04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5	04 TF 206	AKO-1915	14	12,5	17,0	04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5	04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5	04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5	04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0
Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm																																											
04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5																																											
04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0																																											
04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5																																											
04 TF 206	AKO-1915	14	12,5	17,0																																											
04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5																																											
04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5																																											
04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5																																											
04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0																																											



**Taula 4.24. Full d'especificacions de la unió T amb reducció.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Unió T amb reducció	Funció: Punt d'unió entre tres canonades, una de les quals és de menor diàmetre.	
Codi: -	Marca comercial: 	
Model: -		
Dades tècniques: Connexions femella.	Esquema/Imatge: 	
Materials: Coure.		
Dimensions: 1" x 1" x 3/4"		

Taula 4.25: Full d'especificacions de la unió T .

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Unió T	Funció: Punt d'unió entre tres canonades d'igual diàmetre.	
Codi: -	Marca comercial: 	
Model: -		
Dades tècniques: Connexions femella.	Esquema/Imatge: 	
Materials: Coure.		
Dimensions: 1" i 3/4"		

**Taula 4.26. Full d'especificacions del colze de 90°.**

Projecte: Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció en una casa prefabricada a Lleida.		Data: 1/12/06
		Full: 1 de 1
Nom: Colze 90°	Funció: Conducció del fluid en els trams corbats.	
Codi: -	Marca comercial: 	
Model: -		
Dades tècniques: Colze femella-femella.		Esquema/Imatge: 
Materials: Coure.		
Dimensions: Corbatura de 90° i boca de 1" i ¾"		

**Taula 4.27. Full d'especificacions de la cinta adhesiva.**

Projecte: Instal·lació solar tèrmica de baixa temperatura per a l'escalfament d'ACS per a un contenidor dissenyat com a caseta sanitària		Data: 05/09/06																						
Nom: Cinta adhesiva	Funció: Unió i subjecció dels tubs d'aïllament de les canonades.																							
Codi: --	Marca comercial: 																							
Model: PE 100																								
Dades tècniques: <table><tr><td>Lámina</td><td>Polietileno baja densidad estabilizado</td></tr><tr><td>Espesor</td><td>> 0,205 mm</td></tr><tr><td>Color</td><td>negro</td></tr><tr><td>Alargamiento a la rotura</td><td>400%</td></tr><tr><td>Resistencia a la rotura</td><td>25 N/10 mm</td></tr><tr><td>Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal</td><td>3 N/10 mm 4 N/10 mm</td></tr><tr><td>Resistencia eléctrica específica de la envoltura</td><td>10.000 Ohm.m²</td></tr><tr><td>Rigidez dieléctrica</td><td>20 kV/mm</td></tr><tr><td>Temperatura en servicio continuo</td><td>-40°C a +60 °C</td></tr><tr><td>Temperatura de aplicación</td><td>-5°C a +40°C</td></tr><tr><td>Temperatura de almacenamiento</td><td>0°C a +30°C</td></tr></table>		Lámina	Polietileno baja densidad estabilizado	Espesor	> 0,205 mm	Color	negro	Alargamiento a la rotura	400%	Resistencia a la rotura	25 N/10 mm	Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal	3 N/10 mm 4 N/10 mm	Resistencia eléctrica específica de la envoltura	10.000 Ohm.m²	Rigidez dieléctrica	20 kV/mm	Temperatura en servicio continuo	-40°C a +60 °C	Temperatura de aplicación	-5°C a +40°C	Temperatura de almacenamiento	0°C a +30°C	Esquema/Imatge: 
Lámina	Polietileno baja densidad estabilizado																							
Espesor	> 0,205 mm																							
Color	negro																							
Alargamiento a la rotura	400%																							
Resistencia a la rotura	25 N/10 mm																							
Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal	3 N/10 mm 4 N/10 mm																							
Resistencia eléctrica específica de la envoltura	10.000 Ohm.m²																							
Rigidez dieléctrica	20 kV/mm																							
Temperatura en servicio continuo	-40°C a +60 °C																							
Temperatura de aplicación	-5°C a +40°C																							
Temperatura de almacenamiento	0°C a +30°C																							
Materials: Polietilè de baixa densitat estabilitzat. Degut a la seva composició sense plastificants, és resistent a l'envelliment i a la intempèrie.																								
Dimensions: Rolls de 33 m de longitud i 3, 5 o 10 cm d'amplada.																								





5. ESTAT D'AMIDAMENTS



ÍNDIX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS

5. ESTAT D'AMIDAMENTS	359
Índex de l'estat d'amidaments	361
5.1. RELACIÓ DE PARTIDES	363
5.2. ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES	364
5.2.1.PARTIDA 1: INSTAL·LACIÓ SOLAR	365
5.2.2.PARTIDA 2: ACS	366
5.2.3.PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	367
5.2.4.PARTIDA 4: CALDERA GAS	368
5.2.5.PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	369





5.1. RELACIÓ DE PARTIDES

Per al desglossament de l'estat d'amidaments i del pressupost, la relació d'elements que formen part de la instal·lació s'ha dividit en 4 partides, segons la zona de la instal·lació on s'ubiquen.

Les partides en que s'han dividit són:

- ❖ Partida 1: ENERGIA SOLAR
- ❖ Partida 2: ACS
- ❖ Partida 3: CALEFACCIÓ
- ❖ Partida 4: CALDERA GAS
- ❖ Partida 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT



5.2. ESTAT D'AMIDAMENTS PER PARTIDES

5.2.1. PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR

Descripció	Quantitat	Unitat
Col·lector solar TAKAMA T2-INOX	7	Unitat
Dissipador d'escalfor SALVADOR ESCODA CE 19 912	1	Unitat
Propilenglicol 25 L HARTGARD	25	Litres
Aigua desmineralitzada 25 L LAMONS	25	Litres
Grup Hidràulic ROCA KHS10	1	Unitat
Vas d'expansió SALVADOR ESCODA 5 AMR-E	1	Unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	5	Metres
Tub de coure ¾" NACOBRE de 5 m	5	Metres
Aïllament 19x28 ISOCELL	25	Metres
Aïllament 19x25 ISOCELL	25	Metres
Aïllament 9x48 ISOCELL	50	Metres
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	2	Unitat
Tap ¾" NIBCO	14	Unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat
Vàlvula bola ROCA 1"	10	Unitat
Vàlvula bola ROCA ¾"	6	Unitat
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	4	Unitat
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	2	Unitat
Vàlvula d'equilibrat SALVADOR ESCODA STAD-20 ¾"	2	Unitat
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 3/4"	2	Unitat
Purgador d'aire ROCA Flexvent	2	Unitat
Centralita de regulació RESOL Deltasol	1	Unitat



Verónica Alaminos Fernández



Sonda temperatura RESOL T28	1	Unitat
Sensor radiació solar RESOL CS10	1	Unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	3	Unitat
T 1" NIBCO	2	Unitat
T amb reducció a ¾" NIBCO	4	Unitat
Colze 90° 1" NIBCO	10	Unitat
Colze 90° ¾" NIBCO	28	Unitat
Colze 114° 1"	2	Unitat
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	10	Unitat
Abraçadora ¾" AKO 04 TF 208	20	Unitat
Lampista Oficial 1a	25	Hores
Ajudant lampista	25	Hores

**5.2.2. PARTIDA 2: ACS**

Descripció	Quantitat	Unitat
Dipòsit acumulador ACS SONNENKRAFT ELB200R2E	1	Unitat
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	Unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	Unitat
Vàlvula bola ROCA 1"	2	Unitat
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	1	Unitat
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	Unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	Metres
Aïllament 19x28 ISSOCELL	5	Metres
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	5	Unitat
Lampista Oficial 1a	5	Hores
Ajudant lampista	5	Hores

**5.2.3. PARTIDA 3: CALEFACCIÓ**

Descripció	Quantitat	Unitat
Dipòsit d'inèrcia IMMOSOLAR PS/GWT 1500 L	1	Unitat
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	Unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	Unitat
Vàlvula bola ROCA 1"	3	Unitat
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	1	Unitat
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	Unitat
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	1	Unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	Metres
Aïllament 19x28 ISSOCELL	5	Metres
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	5	Unitat
Lampista Oficial 1a	6	Hores
Ajudant lampista	6	Hores

**5.2.4. PARTIDA 4: CALDERA GAS**

Descripció	Quantitat	Unitat
Caldera Gas Natural Euroline JUNKERS	1	Unitat
Vàlvula bola ROCA 1"	4	Unitat
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	4	Unitat
Colze 90° 1" NIBCO	6	Unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	3	Metres
Aïllament 19x28 ISSOCELL	15	Metres
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	1	Unitat
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	8	Unitat
Lampista Oficial 1a	5	Hores
Ajudant lampista	5	Hores



5.2.5. PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT

Descripció
Estructura de tancament d'alumini i vidre: 2 trams laterals, de 1,2 m cada un, fixes amb vidre amb cambra tipus SRPT/2000CO en blanc i un tram central de 4,4 m amb combinació de fixes i porta de dues fulles (1,8 m), amb vidre del mateix tipus.





6. PRESSUPOST





ÍNDIX DEL PRESSUPOST

6. PRESSUPOST	371
Índex del pressupost	373
6.1. PREUS UNITARIS	375
6.1.1.PREUS UNITARIS PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR	375
6.1.2.PREUS UNITARIS PARTIDA 2: ACS	377
6.1.3.PREUS UNITARIS PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	378
6.1.4.PREUS UNITARIS PARTIDA 4: CALDERA GAS	379
6.1.5.PREUS UNITARIS PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	380
6.2. PRESSUPOST PER PARTIDES	381
6.2.1.PRESSUPOST PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR	381
6.2.2.PRESSUPOST PARTIDA 2: ACS	383
6.2.3.PRESSUPOST PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	384
6.2.4.PRESSUPOST PARTIDA 4: CALDERA GAS	385
6.2.5.PRESSUPOST PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	386
6.3. PRESSUPOST GENERAL	387
6.4. SUBVENCIONS	388
6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA	389





6.1. PREUS UNITARIS

6.1.1. PREUS UNITARIS PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR

Descripció	Unitat	Preu/Unitat (€)
Col·lector solar TAKAMA T2-INOX	Unitat	725,00
Dissipador d'escalfor SALVADOR ESCODA CE 19 912	Unitat	527,00
Propilenglicol 25 L HARTGARD	Litres	81,48
Aigua desmineralitzada 25 L LAMONS	Litres	17,00
Grup Hidràulic ROCA KHS10	Unitat	189,00
Vas d'expansió SALVADOR ESCODA 5 AMR-E	Unitat	28,73
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	Unitat	29,65
Tub de coure 3/4" NACOBRE de 5 m	Unitat	19,45
Aïllament 19x28 ISOCELL	Metres	4,25
Aïllament 19x25 ISOCELL	Metres	3,99
Aïllament 9x48 ISOCELL	Metres	4,95
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	Unitat	9,93
Tap 3/4" NIBCO	Unitat	1,09
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	Unitat	12,88
Vàlvula bola ROCA 1"	Unitat	6,60
Vàlvula bola ROCA 3/4"	Unitat	5,10
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	Unitat	9,81
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	Unitat	45,65
Vàlvula d'equilibrat SALVADOR ESCODA STAD-20 3/4"	Unitat	61,85
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	Unitat	39,40
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	Unitat	9,96
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	7,99
Purgador d'aire ROCA Flexvent	Unitat	7,25



Verónica Alaminos Fernández



Centraleta de regulació RESOL Deltasol	Unitat	403,00
Sonda temperatura RESOL T28	Unitat	37,95
Sensor radiació solar RESOL CS10	Unitat	63,19
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	Unitat	9,96
T 1" NIBCO	Unitat	7,27
T amb reducció a ¾" NIBCO	Unitat	5,95
Colze 90° 1" NIBCO	Unitat	5,87
Colze 90° ¾" NIBCO	Unitat	4,10
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	Unitat	0,17
Abraçadora ¾" AKO 04 TF 208	Unitat	0,14
Reducció secció 1" a ¾" NIBCO	Unitat	2,97
Lampista Oficial 1a	Hores	17,00
Ajudant lampista	Hores	14,00

**6.1.2. PREUS UNITARIS PARTIDA 2: ACS**

Descripció	Unitat	Preu/Unitat (€)
Dipòsit acumulador ACS SONNENKRAFT ELB200R2E	Unitat	598,00
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	Unitat	24,60
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	Unitat	7,85
Vàlvula bola ROCA 1"	Unitat	6,60
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	Unitat	9,81
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	Unitat	39,40
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	Unitat	63,43
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	Unitat	9,96
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	Unitat	12,88
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	Unitat	29,65
Aïllament 19x28 ISSOCELL	Metres	4,25
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	Unitat	0,17
Lampista Oficial 1a	Hores	17,00
Ajudant lampista	Hores	14,00

**6.1.3. PREUS UNITARIS PARTIDA 3: CALEFACCIÓ**

Descripció	Unitat	Preu/Unitat (€)
Dipòsit d'inèrcia IMMOSOLAR PS/GWT 1000 L	Unitat	2.090,00
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	Unitat	24,60
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	Unitat	7,85
Vàlvula bola ROCA 1"	Unitat	6,60
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	Unitat	9,81
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	Unitat	39,40
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	Unitat	63,43
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	Unitat	45,65
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	Unitat	9,96
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	Unitat	12,88
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	Unitat	29,65
Aïllament 19x28 ISSOCELL	Metres	4,25
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	Unitat	0,17
Lampista Oficial 1a	Hores	17,00
Ajudant lampista	Hores	14,00

**6.1.4. PREUS UNITARIS PARTIDA 4: CALDERA GAS**

Descripció	Unitat	Preu/Unitat (€)
Caldera Gas Natural Euroline JUNKERS	Unitat	1.330,00
Vàlvula bola ROCA 1"	Unitat	6,60
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	Unitat	9,81
Colze 90° 1" NIBCO	Unitat	39,40
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	Unitat	29,65
Aïllament 19x28 ISSOCELL	Metres	4,25
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	Unitat	9,93
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	Unitat	0,17
Lampista Oficial 1a	Hores	17,00
Ajudant lampista	Hores	14,00

**6.1.5. PREUS UNITARIS PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT**

Descripció	Unitat	Preu/Unitat (€)
Estructura de tancament d'alumini i vidre	Total	2.133,51



6.2. PRESSUPOST PER PARTIDES

6.2.1. PRESSUPOST PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR

DESCRIPCIÒ	Nº UNITATS	UNITATS DE MESURA	PREU/UNITAT (€)	IMPORT TOTAL (€)
Col·lector solar TAKAMA T2-INOX	7	Unitat	725,00	5.075,00
Dissipador d'escalfor SALVADOR ESCODA CE 19 912	1	Unitat	527,00	527,00
Propilenglicol 25 L HARTGARD	1	Litres	81,48	81,48
Aigua desmineralitzada LAMONS	1	Litres	17,00	17,00
Grup Hidràulic ROCA KHS10	1	Unitat	189,00	189,00
Vas d'expansió SALVADOR ESCODA 5 AMR-E	1	Unitat	28,73	28,73
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	5	Unitat	29,65	148,25
Tub de coure ¾" NACOBRE de 5 m	5	Unitat	19,45	97,25
Aïllament 19x28 ISOCELL	25	Metres	4,25	106,25
Aïllament 19x25 ISOCELL	25	Metres	3,99	99,75
Aïllament 9x48 ISOCELL	50	Metres	4,95	247,5
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	2	Unitat	9,93	19,86
Tap ¾" NIBCO	14	Unitat	1,09	15,26
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat	12,88	12,88
Vàlvula bola ROCA 1"	10	Unitat	6,60	66,00
Vàlvula bola ROCA ¾"	6	Unitat	5,10	30,60
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	4	Unitat	9,81	39,24
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	2	Unitat	45,65	91,30
Vàlvula d'equilibrat SALVADOR ESCODA STAD-20 ¾"	2	Unitat	61,85	123,70
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat	39,40	39,40



Verónica Alaminos Fernández



Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat	9,96	9,96
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 3/4"	2	Unitat	7,99	15,98
Purgador d'aire ROCA Flexvent	2	Unitat	7,25	14,50
Centraleta de regulació RESOL Deltasol	1	Unitat	403,00	403,00
Sonda temperatura RESOL T28	1	Unitat	37,95	37,95
Sensor radiació solar RESOL CS10	1	Unitat	63,19	63,19
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	3	Unitat	9,96	29,88
T 1" NIBCO	2	Unitat	7,27	14,54
T amb reducció a 3/4" NIBCO	4	Unitat	5,95	23,80
Colze 90° 1" NIBCO	10	Unitat	2,25	22,50
Colze 90° 3/4" NIBCO	28	Unitat	2,01	56,28
Colze 114° 1"	2	Unitat	8,55	17,10
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	10	Unitat	0,17	1,70
Abraçadora 3/4" AKO 04 TF 208	20	Unitat	0,14	2,80
Lampista Oficial 1a	25	Hores	17,00	425,00
Ajudant lampista	25	Hores	14,00	350,00

Costos Indirectes	3 %
--------------------------	-----

TOTAL PARTIDA	8.787,73
----------------------	-----------------

**6.2.2. PRESSUPOST PARTIDA 2: ACS**

DESCRIPCIÓ	Nº UNITATS	UNITATS DE MESURA	PREU/UNITAT (€)	IMPORT TOTAL (€)
Dipòsit acumulador ACS SONNENKRAFT ELB200R2E	1	Unitat	598,00	598,00
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	Unitat	24,60	24,60
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	Unitat	7,85	7,85
Vàlvula bola ROCA 1"	2	Unitat	6,60	13,20
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	1	Unitat	9,81	9,81
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat	39,40	39,40
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	Unitat	63,43	63,43
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat	9,96	9,96
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat	12,88	12,88
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	Unitat	29,65	29,65
Aïllament 19x28 ISSOCELL	5	Metres	4,25	21,25
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	5	Unitat	0,17	0,85
Lampista Oficial 1a	5	Hores	17,00	85,00
Ajudant lampista	5	Hores	14,00	70,00

Costos Indirectes	3 %
--------------------------	-----

TOTAL PARTIDA	1.015,46
----------------------	-----------------

**6.2.3. PRESSUPOST PARTIDA 3: CALEFACCIÓ**

DESCRIPCIÓ	Nº UNITATS	UNITATS DE MESURA	PREU/UNITAT (€)	IMPORT TOTAL (€)
Dipòsit d'inèrcia IMMOSOLAR PS/GWT 1500 L	1	Unitat	2.090,00	2.090,00
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	Unitat	24,60	24,60
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	Unitat	7,85	7,85
Vàlvula bola ROCA 1"	3	Unitat	6,60	19,80
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	1	Unitat	9,81	9,81
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	Unitat	39,40	39,40
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	Unitat	63,43	63,43
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB	1	Unitat	45,65	45,65
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	Unitat	9,96	9,96
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	Unitat	12,88	12,88
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	Unitat	29,65	29,65
Aïllament 19x28 ISSOCELL	5	Metres	4,25	21,25
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	5	Unitat	0,17	0,85
Lampista Oficial 1a	6	Hores	17,00	102,00
Ajudant lampista	6	Hores	14,00	84,00

Costos Indirectes	3 %
--------------------------	-----

TOTAL PARTIDA	2.637,96
----------------------	-----------------

**6.2.4. PRESSUPOST PARTIDA 4: CALDERA GAS**

DESCRIPCIÓ	Nº UNITATS	UNITATS DE MESURA	PREU/UNITAT (€)	IMPORT TOTAL (€)
Caldera Gas Natural Euroline JUNKERS	1	Unitat	1.330,00	1.330,00
Vàlvula bola ROCA 1"	4	Unitat	6,60	26,40
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	4	Unitat	9,81	39,24
Colze 90° 1" NIBCO	6	Unitat	2,25	13,50
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	3	Unitat	29,65	88,95
Aïllament 19x28 ISSOCELL	15	Metres	4,25	63,75
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	1	Unitat	9,93	9,93
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	8	Unitat	0,17	1,36
Lampista Oficial 1a	5	Hores	17,00	85,00
Ajudant lampista	5	Hores	14,00	70,00

Costos Indirectes	3 %
--------------------------	-----

TOTAL PARTIDA	1.779,97
----------------------	-----------------

**6.1.5. PREUS UNITARIS PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT**

DESCRIPCIÓ	Nº UNITATS	UNITATS DE MESURA	PREU/UNITAT (€)	IMPORT TOTAL (€)
Estructura de tancament d'alumini i vidre	1	Total	2.133,51	2.133,51

TOTAL PARTIDA	2.133,51
----------------------	-----------------



6.3. PRESSUPOST GENERAL

PARTIDES	TOTAL (€)
PARTIDA 1: ENERGIA SOLAR	8.787,73
PARTIDA 2: ACS	1.015,46
PARTIDA 3: CALEFACCIÓ	2.637,96
PARTIDA 4: CALDERA GAS	1.779,97
PARTIDA 5: ESTRUCTURA DE TANCAMENT	2.133,51
TOTAL PARTIDES	16.354,63

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ DE MATERIAL	16.354,63
12% DESPESES GENERALS	1.962,56
6% BENEFICI INDUSTRIAL	981,28

BASE IMPOSABLE	19.298,47
16% I.V.A DE CONTRATA	3.087,76

TOTAL PRESSUPOST	22.386,23
-------------------------	------------------

El pressupost general de la instal·lació d'aquest projecte és de **VINT-I-DOS MIL TRES CENTS VUITANTA SIS EUROS AMB VINT-I-TRES CENTIMS.**



6.4. SUBVENCIONS

Gràcies a les subvencions es pot aconseguir un estalvi econòmic. Segons l'Institut Català d'Energia de la Generalitat de Catalunya, la màxima subvenció per a sistemes d'energia solar per escalfament d'un fluid a partir de la captació de la radiació solar mitjançant captadors solars per a la seva utilització en aplicacions tèrmiques, és del 37% sobre el cost de referència.

El cost de referència és de 812 €/m² per a sistemes de fins a 20 m² d'àrea de captació i de 710,5 €/m² per a sistemes de més de 20 m².

En el cas del present projecte, són 7 els col·lectors solars instal·lats, de superfície útil de captació 2,59m² cada un, que sumen un total de 18,13 m² < 20 m². El cost de referència a aplicar, per tant, serà 812 €/m², sobre el que caldrà aplicar el 37%, donant com a resultat un estalvi econòmic, o subvenció, de 5.446,98 €.

Restant aquesta quantitat de diners al pressupost general de la instal·lació, aquest agafa un valor final tenint en compte les ajudes, com es pot veure desglossat a la Taula 2.67.

Taula 6.1. Pressupost general, subvenció i pressupost final.

Pressupost General	Subvenció	Pressupost Final
22.386,23	5.446,98 €	16.939,25



6.5. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA

Aquest estudi de viabilitat econòmica té per objectiu determinar el període de retorn del capital invertit, és a dir, el temps que haurà de transcórrer per a què l'estalvi energètic que suposa la instal·lació solar s'equipari, o es compensi, amb la inversió inicial.

Les principals raons per les que avui en dia es decideix instal·lar un sistema d'energia solar són:

- ☒ La independència i autosuficiència que suposa respecte a subministraments convencionals.
- ☒ L'estalvi econòmic que suposa la disminució del consum d'energies convencionals, a llarg termini, una vegada amortitzada la inversió inicial en la instal·lació, ja que s'aprofita una energia que arriba gratuïtament al lloc de consum, l'energia solar.
- ☒ Evitar l'ús i el consum de combustibles fòssils, de vida finita.
- ☒ Contribuir amb el medi ambient, utilitzant energia renovable, neta i no contaminant, i evitant emissions de CO₂ a l'atmosfera, ajudant a frenar el deteriorament del planeta.

En el camp domèstic, a més a més, es persegueix el fet d'avançar-se a les imminents ordenances municipals (d'entrada en vigor al 2006, a Lleida). D'entre les raons esmentades abans, les que tenen més pes són les que fan referència a la conscienciació mediambiental i a l'estalvi energètic. La resta de motius també són tinguts en compte en l'àmbit domèstic, però són propis dels sectors empresarials, l'industrial i el de serveis.

No obstant, si una inversió domèstica, a més de satisfer les inquietuds mediambientals del propietari també s'autofinança, aleshores es justifica la seva instal·lació gairebé al 100%. L'única pega es troba en l'alta inversió inicial.

6.5.1. PERÍODE DE RETORN DEL CAPITAL INVERTIT

El Payback o període de retorn del capital invertit, s'ha calculat als annexes d'aquest projecte, concretament a l'apartat 2.1.25, i com ja s'ha explicat, és el temps, en anys,



que transcorre des de que es realitza la inversió inicial fins que l'estalvi generat l'amortitza. Per tot això, es considera una vida útil de 20 anys en la instal·lació.

Els càlculs es realitzen tenint en compte la subvenció que correspondria a aquest projecte, calculada en l'apartat 6.4, i sense tenir-la en compte.

A més, s'han considerat 3 possibilitats respecte a l'increment del preu de l'energia en els pròxims anys, 2%, 4% i 6%, obtenint 6 paybacks corresponents a diferents graus de previsió de l'escenari econòmic.

En la Figura 6.1 es mostren gràficament els resultats obtinguts del càlcul del payback o període de retorn en l'Annex de càlculs, apartat 2.1.25: *Estudi de viabilitat econòmica*,

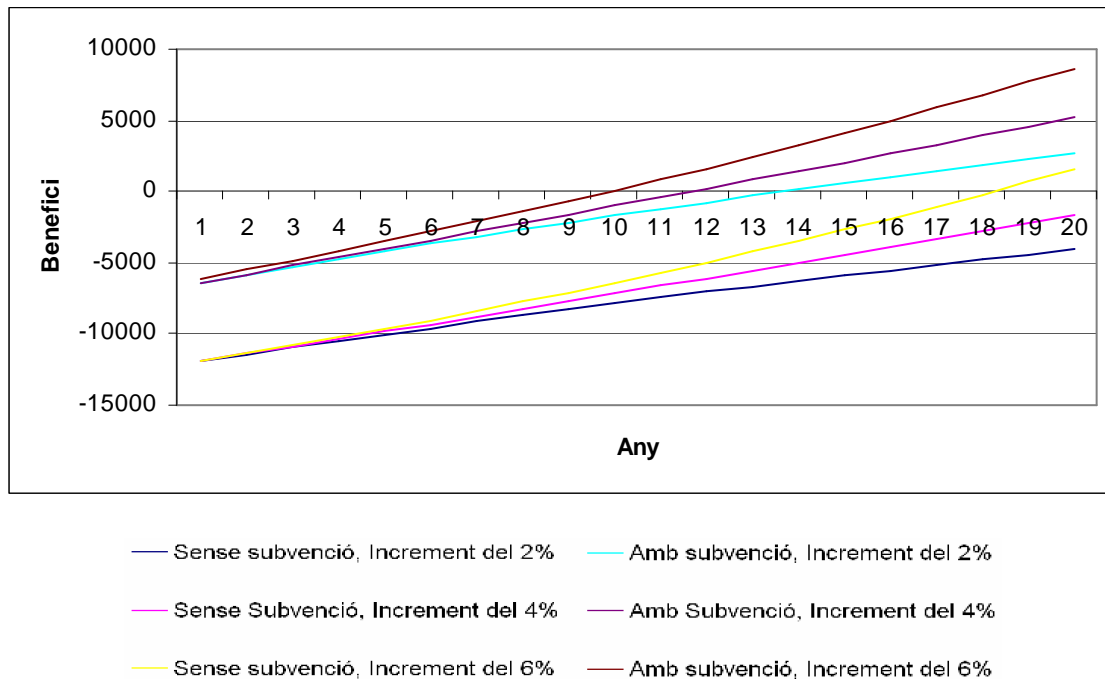


Fig. 6.1. Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació, per cada cas.

S'aprecia que la previsió més pessimista de les sis que s'han realitzat correspon al cas de no obtenir la subvenció, i de considerar un increment del preu del combustible anual del 2%, i es pot veure que durant els vint primers anys no s'obtindrà benefici.

En la previsió més optimista, en canvi, es pot observar que el període de retorn de la inversió és d'aproximadament 9 anys, a partir dels quals s'obtindran beneficis, o millor dit, hi haurà un estalvi en energia.

